



**Madalena da Cruz Boavida Marques**

Licenciada em Ciências de Engenharia Biomédica

**Age4all - Contributos para a definição de um perfil de envelhecimento  
no distrito de Setúbal**

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Biomédica

Orientador: Prof. Doutora Anna Letournel, Prof. Auxiliar,  
Escola Superior de Saúde, Instituto Politécnico de Setúbal  
Coorientador: Prof. Doutora Cláudia Quaresma, Prof. Auxiliar,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de  
Lisboa

Outubro, 2020



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Age4all – Contributos para a definição de um perfil de envelhecimento no distrito de Setúbal**

Copyright © Madalena da Cruz Boavida Marques, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

*There are no secrets to success. It is the result of preparation, hard work and learning from failure.*

Colin Powell



*Aos meus*



# Agradecimentos

Um agradecimento às minhas orientadoras Professora Anna Letournel e Professora Cláudia Quaresma pela disponibilidade ao longo da dissertação.

Um agradecimento à Professora Carla Quintão e ao Professor Ricardo Vigário pelos seus contributos.

Um agradecimento especial à minha família e amigos pelo apoio incondicional.





# Resumo

---

Nas últimas décadas tem-se assistido ao crescimento do índice de longevidade da população global com idade superior a 60 anos. A população idosa enfrenta desafios respeitantes à saúde física e mental que necessitam de ser reconhecidos e abordados, sendo expectável que haja uma adaptação a esta mudança demográfica e um investimento no envelhecimento saudável.

No distrito de Setúbal, que acompanhou a tendência nacional no que concerne ao envelhecimento da população, o índice de envelhecimento aumentou de 94,8% em 2001 para 144,5%, em 2019.

Assim, porque é relevante avaliar e compreender a especificidade do processo de envelhecimento nesta região do país, surgiu o projeto *Age4all* que visa contribuir para a caracterização de um perfil de envelhecimento no distrito de Setúbal.

O objetivo principal desta dissertação é caracterizar estatisticamente a amostra constituída por indivíduos idosos do distrito de Setúbal; bem como analisar os parâmetros biomecânicos do padrão da marcha, sendo dado maior enfoque aos parâmetros espaço-temporais associados ao padrão de marcha dos indivíduos idosos.

A análise estatística foi realizada numa amostra de 36 voluntários, pelo que os resultados obtidos e as conclusões alcançadas apenas refletem uma tendência média da amostra em estudo.

Os indivíduos idosos em estudo apresentam maioritariamente excesso de peso. Os indivíduos do sexo masculino revelaram uma força de preensão palmar superior à dos indivíduos do sexo feminino.

Após comparação com valores de referência para adultos, observou-se um aumento da fase de apoio durante o ciclo de marcha, em especial o aumento da fase de apoio bilateral. Verificou-se uma redução nos seguintes parâmetros espaço-temporais: velocidade da marcha, comprimento da passada, duração da passada e cadência. Averiguou-se uma redução do pico de flexão plantar, e um aumento do pico de dorsiflexão, do pico de flexão do joelho e do pico de extensão da anca.

Todas estas diferenças encontradas revelam uma adaptação por parte dos indivíduos idosos para alcançarem um padrão de marcha mais estável e seguro.

No futuro, o estudo deve ser alargado a mais participantes e abranger a análise de novos parâmetros.

Pretende-se que a inclusão destes resultados no projeto *Age4all* contribua para a definição do perfil de envelhecimento de Setúbal.

**Palavras-chave:** Envelhecimento; ciclo de marcha; parâmetros espaço-temporais; parâmetros cinemáticos.

---

# Abstract

---

The last decades have seen an increase in the longevity index of the global population over 60 years old. The elderly population faces physical and mental health challenges that need to be recognized and addressed, and it is expected that there will be an adaptation to this demographic change and an investment in healthy ageing.

In the district of Setúbal, which has followed the national trend regarding population ageing, the ageing index increased from 94.8% in 2001 to 144.5% in 2019.

Therefore, since it is relevant to evaluate and understand the specificity of the ageing process in this region of the country, the *Age4all* project emerged to contribute to the characterization of an ageing profile in the district of Setúbal.

The main goal of this dissertation is to statistically characterize the sample of elderly subjects from Setúbal; as well as to analyse the biomechanical parameters of the gait pattern, being given more focus to the spatiotemporal parameters associated with the gait pattern.

The statistical analysis was carried out on a sample of 36 volunteers, hence the results obtained and the conclusions reached only reflect an average trend of the sample under study.

The majority of the subjects analysed are overweight. Males showed a higher grip force than females.

After comparison with reference values for adults, an increase in the duration of the stance phase was observed, in particular in the double support phase. There was a reduction in the following spatiotemporal parameters: walking speed, stride length, stride duration and cadence. There was a reduction in the plantar flexion peak, and an increase in the dorsiflexion peak, the knee flexion peak and the hip extension peak.

The differences found reveal an adaptation by the elderly to achieve a more stable and safer gait pattern.

In the future, the sample should be extended and new parameters analysed.

It is intended that the inclusion of these results in the *Age4all* project will contribute to the definition of Setúbal's ageing profile.

**Keywords:** Ageing; gait cycle; spatiotemporal parameters; kinematic parameters.

---

# Índice

Lista de Figuras .....	xiii
Lista de Tabelas .....	xvi
Siglas e Acrónimos .....	xviii
1.Introdução .....	1
1.1. Contextualização .....	1
1.2. Objetivos .....	2
2. Enquadramento teórico .....	3
2.1. Constituição anatómica do membro inferior .....	3
2.1.1. Artrologia da anca .....	3
2.1.2. Artrologia do joelho .....	4
2.1.3. Artrologia do tornozelo .....	5
2.2. Ciclo de marcha .....	6
2.3. Análise de marcha .....	8
2.3.1. Parâmetros espaço-temporais .....	8
2.3.2. Parâmetros cinemáticos .....	9
3. Estado da arte .....	13
4. Procedimento experimental .....	16
4.1. Definição da amostra .....	16
4.2. Questionário e instrumentos utilizados para a recolha de dados .....	18
4.2.1. Questionário <i>Nutrition UP 65</i> .....	18
4.2.2. <i>Xsens</i> .....	19
4.3. Procedimentos utilizados na recolha dos dados .....	19
4.4. Processo de análise dos dados .....	20
4.4.1. Ajustes realizados .....	20
4.4.2. Análise estatística .....	23
5.Apresentação e discussão de resultados .....	24
5.1. Resultados obtidos .....	24
5.1.1. Caracterização da amostra .....	24
5.1.2. Caracterização do ciclo de marcha .....	27
5.1.3. Parâmetros espaço-temporais .....	29
5.1.4. Parâmetros cinéticos .....	36
5.2. Principais dificuldades e limitações .....	59
6.Conclusões e trabalho futuro .....	61
6.1. Conclusões .....	61
6.2. Trabalho futuro .....	62

Bibliografia.....	63
Anexo A. Resultados obtidos .....	66

# Lista de Figuras

Figura 2.1: Articulação da anca vista pela face anterior. Adaptado de [10].	3
Figura 2.2: Flexão e extensão da anca. Adaptado de [10].	4
Figura 2.3: Articulação do joelho vista pela face anterior. Adaptado de [10].	4
Figura 2.4: Flexão e extensão do joelho. Adaptado de [10].	5
Figura 2.5: Articulação do tornozelo vista pela face lateral. Adaptado de [10].	5
Figura 2.6: Dorsiflexão e flexão plantar do tornozelo. Adaptado de [10].	6
Figura 2.7: Representação das fases de apoio e de balanço. Adaptado de [12].	6
Figura 2.8: Representação das fases do ciclo de marcha, evidenciando o apoio bilateral. Adaptado de [12].	7
Figura 2.9: Representação das subfases da fase de apoio. Adaptado de [13].	8
Figura 2.10: Representação das subfases da fase de balanço. Adaptado de [13].	8
Figura 2.11: Esquema dos parâmetros espaciais do ciclo de marcha. Adaptado de [9].	9
Figura 2.12: Movimento angular da articulação da anca. Adaptado de [13].	10
Figura 2.13: Movimento angular da articulação do joelho. Adaptado de [13].	10
Figura 2.14: Movimento angular da articulação do tornozelo. Adaptado de [13].	11
Figura 2.15: Velocidade angular das articulações anca, joelho e tornozelo para diferentes velocidades da marcha. Adaptado de [15].	12
Figura 4.1: Comparação entre a população da amostra e a população de Setúbal em função do género.	17
Figura 4.2: Comparação entre a população da amostra e a população de Setúbal em função da freguesia.	17
Figura 4.3: Esquemático dos sensores Xsens colocados nos participantes.	19
Figura 4.4: Movimento angular da articulação da anca de um participante.	20
Figura 4.5: Dados em bruto e dados processados do movimento angular do joelho de um participante.	21
Figura 4.6: Dados em bruto e dados processados do movimento angular do tornozelo de um participante.	22
Figura 4.7: Dados em bruto e dados processados da velocidade angular da articulação do tornozelo de um participante.	22
Figura 5.1: Distribuição da amostra por género e por freguesia.	24
Figura 5.2: Distribuição do IMC da amostra.	25
Figura 5.3: Distribuição do IMC segundo a sua classificação.	25
Figura 5.4: Representação gráfica da preensão palmar em função da idade e do género.	26
Figura 5.5: Representação gráfica da velocidade da marcha em função da idade.	30
Figura 5.6: Representação gráfica da velocidade da marcha em função do IMC.	31
Figura 5.7: Representação gráfica do comprimento da passada em função da idade.	32

Figura 5.8: Representação gráfica da duração da passada em função da idade. ....	33
Figura 5.9: Representação gráfica da largura do passo em função da idade. ....	34
Figura 5.10: Representação gráfica do comprimento do passo em função da idade. ....	35
Figura 5.11: Representação gráfica da cadência em função da idade. ....	36
Figura 5.12: Representação gráfica do pico da flexão da anca esquerda em função da velocidade da marcha e do género. ....	39
Figura 5.13: Representação gráfica do pico da extensão da anca esquerda em função da velocidade da marcha e do género. ....	39
Figura 5.14: Representação gráfica do pico da flexão da anca esquerda em função da idade e do género. ....	40
Figura 5.15: Representação gráfica do pico da extensão da anca esquerda em função da idade e do género. ....	40
Figura 5.16: Representação gráfica do pico da flexão da anca direita em função da velocidade da marcha e do género. ....	41
Figura 5.17: Representação gráfica do pico da extensão da anca direita em função da velocidade da marcha e do género. ....	42
Figura 5.18: Representação gráfica do pico da flexão da anca direita em função da idade e do género. ....	42
Figura 5.19: Representação gráfica do pico da extensão da anca direita em função da idade e do género. ....	43
Figura 5.20: Representação gráfica do pico da flexão do joelho esquerdo em função da velocidade da marcha e do género. ....	45
Figura 5.21: Representação gráfica do pico da extensão do joelho esquerdo em função da velocidade da marcha. ....	46
Figura 5.22: Representação gráfica do pico da flexão do joelho esquerdo em função da idade e do género. ....	46
Figura 5.23: Representação gráfica do pico da extensão do joelho esquerdo em função da idade e do género. ....	47
Figura 5.24: Representação gráfica do pico da flexão do joelho direito em função da velocidade da marcha e do género. ....	48
Figura 5.25: Representação gráfica do pico da extensão do joelho direito em função da velocidade da marcha. ....	48
Figura 5.26: Representação gráfica do pico da flexão do joelho direito em função da idade e do género. ....	49
Figura 5.27: Representação gráfica do pico da extensão do joelho direito em função da idade e do género. ....	49
Figura 5.28: Representação gráfica do pico da flexão plantar do tornozelo esquerdo em função da velocidade da marcha e do género. ....	52
Figura 5.29: Representação gráfica do pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo em função da velocidade da marcha e do género. ....	52
Figura 5.30: Representação gráfica do pico da flexão plantar do tornozelo esquerdo em função da idade e do género. ....	53

Figura 5.31: Representação gráfica do pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo em função da idade e do género. ....	53
Figura 5.32: Representação gráfica do pico da flexão plantar do tornozelo direito em função da velocidade da marcha e do género. ....	54
Figura 5.33: Representação gráfica do pico da dorsiflexão do tornozelo direito em função da velocidade da marcha e do género. ....	55
Figura 5.34: Representação gráfica do pico da flexão plantar do tornozelo direito em função da idade e do género. ....	55
Figura 5.35: Representação gráfica do pico da dorsiflexão do tornozelo direito em função da idade e do género. ....	56
Figura A.1: Distribuição etária da amostra em estudo. ....	66

## Lista de Tabelas

Tabela 4.1: Valores de referência para a força de preensão palmar. ....	18
Tabela 5.1: Análise estatística da força de preensão palmar em função do género .....	26
Tabela 5.2: Análise estatística da força de preensão palmar em função da freguesia. ....	27
Tabela 5.3: Duração das fases do ciclo de marcha do membro esquerdo. ....	27
Tabela 5.4: Duração das fases do ciclo de marcha do membro direito. ....	27
Tabela 5.5: Fases do ciclo de marcha da população em estudo. ....	28
Tabela 5.6: Análise estatística do apoio bilateral. ....	28
Tabela 5.7: Subfases do apoio bilateral .....	29
Tabela 5.8: Análise estatística da velocidade da marcha e da velocidade do TM6m.....	29
Tabela 5.9: Análise da velocidade da marcha em função do género e da freguesia. ....	31
Tabela 5.10: Análise estatística do comprimento e duração da passada. ....	32
Tabela 5.11: Análise estatística do comprimento e duração da passada. ....	33
Tabela 5.12: Análise estatística da largura do passo. ....	33
Tabela 5.13: Análise estatística do comprimento e duração do passo esquerdo e do direito. .....	34
Tabela 5.14: Análise estatística da cadência. ....	35
Tabela 5.15: Análise estatística do pico da flexão e do pico da extensão da anca esquerda e direita. ....	37
Tabela 5.16: Análise estatística da articulação da anca esquerda por género e freguesia. .....	37
Tabela 5.17: Análise estatística da articulação da anca direita por género e freguesia. .	38
Tabela 5.18: Percentagem do CM associada aos picos de flexão e extensão da anca esquerda. ....	38
Tabela 5.19: Percentagem do CM associada aos picos de flexão e extensão da anca direita. .....	41
Tabela 5.20: Análise estatística do pico da flexão e do pico da extensão do joelho esquerdo e direito.....	43
Tabela 5.21: Análise estatística da articulação do joelho esquerdo por género e freguesia. .....	44
Tabela 5.22: Análise estatística da articulação do joelho direito por género e freguesia. .....	44
Tabela 5.23: Percentagem do CM associada aos picos de flexão e extensão do joelho esquerdo.....	45
Tabela 5.24: Percentagem do CM associada aos picos de flexão e extensão do joelho direito.....	47
Tabela 5.25: Análise estatística do pico da flexão plantar e do pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo e direito. ....	50
Tabela 5.26: Análise estatística da articulação do tornozelo esquerdo por género e	



freguesia.....	50
Tabela 5.27: Análise estatística da articulação do tornozelo direito por género e freguesia. .....	51
Tabela 5.28: Percentagem do CM associada aos picos de flexão plantar e dorsiflexão do tornozelo esquerdo.....	51
Tabela 5.29: Percentagem do CM associada aos picos de flexão plantar e dorsiflexão do tornozelo direito.....	54
Tabela 5.30: Análise estatística da velocidade angular da articulação da anca esquerda. .....	56
Tabela 5.31: Análise estatística da velocidade angular da articulação da anca direita. .	57
Tabela 5.32: Análise estatística da velocidade angular da articulação do joelho esquerdo. .....	57
Tabela 5.33: Análise estatística da velocidade angular da articulação do joelho direito. .....	58
Tabela 5.34: Análise estatística da velocidade angular da articulação do tornozelo esquerdo.....	58
Tabela 5.35: Análise estatística da velocidade angular da articulação do tornozelo direito. .....	59
Tabela A.1: Análise estatística da idade dos participantes.....	66
Tabela A.2: Análise estatística do IMC.....	67
Tabela A.3: Análise estatística da força de preensão palmar. ....	67

## Siglas e Acrónimos

<b>CM</b>	Ciclo de marcha
<b>DP</b>	Desvio padrão
<b>IMC</b>	Índice de massa corporal
<b>IPS</b>	Instituto Politécnico de Setúbal
<b>OMS</b>	Organização Mundial de Saúde
<b>TM6m</b>	Teste de marcha de 6 minutos

# Introdução

Neste capítulo será realizada uma contextualização do tema em estudo e uma descrição dos objetivos desta dissertação.

## 1.1. Contextualização

Viver uma vida longa e saudável deveria ser uma oportunidade dada a todas as pessoas, independentemente das condições que as rodeiam.

Ao longo dos últimos anos tem-se assistido a um crescimento do índice de longevidade, fruto dos avanços tecnológicos da medicina que proporcionam o aumento da esperança média de vida da população.

Deste modo, tem-se verificado, a nível mundial, um crescimento da população com idade superior a 60 anos. Em 2019, o total de indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos foi de 1 bilião. É expectável que este número aumente para 1,4 biliões em 2030 e que, em 2050, o número de pessoas desta faixa etária atinja os 2,1 biliões[1].

Assim, torna-se inevitável que a sociedade se adeque ao rápido envelhecimento da população e ao aumento da esperança média de vida.

O envelhecimento é um processo contínuo e gradual, definido como o declínio funcional e estrutural dos indivíduos. A taxa de declínio aumenta com a idade, no entanto esta não é apenas dependente deste fator. O envelhecimento depende de um equilíbrio entre exposição e resiliência, e como resultado surge uma heterogeneidade entre os indivíduos da mesma idade. Esta heterogeneidade ocorre devido a variações na exposição a propriedades nocivas (ambientes diversificados) e à variabilidade genética. Consequentemente, a idade, quando medida cronologicamente, pode não ser um indicador fiável para o envelhecimento[2].

Algumas pessoas aparentam ser mais velhas ou mais novas do que a sua idade cronológica. Por isso, surge o conceito de idade biológica que reflete o desempenho fisiológico dos indivíduos[3].

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), na maioria dos países desenvolvidos, considera-se idosa uma pessoa que apresenta uma idade igual ou superior a 65 anos[4].

A população idosa enfrenta um conjunto de desafios especiais, no que concerne à saúde física e mental, que necessita de ser reconhecido e abordado[5]. Isto aumentará a procura por cuidados primários de saúde e cuidados a longo prazo, exigirá uma força de trabalho maior e melhor treinada e intensificará a necessidade de se tornar os espaços mais adaptáveis para a população idosa[6].

Desta forma, é esperado que os países adotem políticas que se adaptem a esta

mudança demográfica e que invistam no envelhecimento saudável, para permitir que os indivíduos vivam vidas mais longas, mais saudáveis e com mais qualidade.

Concretamente, em Portugal também se tem verificado um envelhecimento da população ao longo das últimas décadas. O índice de envelhecimento, que traduz o número de indivíduos idosos por cada 100 jovens (menores de 15 anos), aumentou de 27,5% em 1960 para 161,3% em 2019[7].

Ao analisar os dados referentes à área metropolitana de Lisboa, observa-se que o índice de envelhecimento em 2001 era 102,2% e em 2019 ascendia aos 138,2%[8]. Especificamente no distrito de Setúbal, acompanhando a tendência nacional, o índice de envelhecimento aumentou de 94,8% para 144,5% entre os anos de 2001 e 2019[8]. Salienta-se que, comparativamente ao panorama nacional, tanto a área metropolitana de Lisboa como o distrito de Setúbal apresentam valores inferiores de índice de envelhecimento. No entanto, este indicador, no distrito de Setúbal, sofreu um aumento de 49,7% relativamente à área metropolitana de Lisboa, que verificou um aumento de 36%.

Neste sentido, é pertinente avaliar e compreender a especificidade do processo de envelhecimento nesta região do país. Deste modo, surgiu o projeto *Age4all* que visa contribuir para a caracterização de um perfil de envelhecimento no distrito de Setúbal. Este estudo está a cargo de Anna Letournel e envolve, como investigadores, docentes da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal (IPS). O projeto tem como principais metas identificar a perceção sobre a qualidade de vida, qualificar a vivência subjetiva da felicidade, examinar a deterioração cognitiva, analisar os parâmetros biomecânicos da marcha, caracterizar a velocidade da fala e estudar os hábitos alimentares da população idosa do distrito de Setúbal.

## **1.2. Objetivos**

O objetivo principal desta dissertação é caracterizar estatisticamente a amostra de 36 indivíduos idosos bem como analisar os parâmetros biomecânicos do padrão da marcha, recolhidos previamente no IPS.

Em relação aos parâmetros biomecânicos do padrão de marcha, será dado maior ênfase aos parâmetros espaço-temporais associados ao padrão de marcha dos indivíduos idosos. Paralelamente, serão estudados os parâmetros cinemáticos recolhidos das articulações da anca, do joelho e do tornozelo durante a marcha. Assim, será necessário identificar as principais características comuns à população do ponto de vista biomecânico, bem como correlacionar os diferentes parâmetros.

Outro objetivo é estudar a influência indireta do ambiente no padrão de marcha. Com este intuito, será efetuada uma análise entre duas das freguesias do distrito de Setúbal. Uma das freguesias pertence a uma zona urbana, enquanto a outra está inserida numa zona rural. Ambas as freguesias são limítrofes ao IPS.

A melhor compreensão das alterações biomecânicas do padrão da marcha no distrito de Setúbal proporcionará aos investigadores do projeto *Age4all* um âmbito de conhecimento mais profundo sobre as especificidades desta população. Desta forma, poderão direcionar o estudo para o desenvolvimento de respostas adequadas às necessidades sentidas pela população idosa do distrito.

## Enquadramento teórico

Neste capítulo serão abordados os conceitos necessários para a compreensão do tema de dissertação relacionados com a constituição anatómica do membro inferior, o ciclo de marcha e a sua análise.

### 2.1. Constituição anatómica do membro inferior

A compreensão da marcha humana requer que se conheça a constituição dos membros inferiores, uma vez que estes desempenham um papel fulcral na locomoção.

A marcha humana requer a sincronização de mais de 1000 músculos para mover cerca de 200 ossos através de 200 articulações[9].

Devido ao grau de especificidade da anatomia do membro inferior, e face ao foco da dissertação, os conceitos abordados terão maior incidência nas articulações da anca, do joelho e do tornozelo.

A artrologia é a parte da anatomia que estuda as articulações que são responsáveis por ligar dois ou mais ossos[10].

#### 2.1.1. Artrologia da anca

A articulação da anca é responsável por unir a cabeça do fémur ao acetábulo do coxal. É a articulação mais potente do corpo humano, devido às forças a que está submetida. Na Figura 2.1 está representada a articulação da anca, estando o trocânter maior do fémur assinalado a laranja.

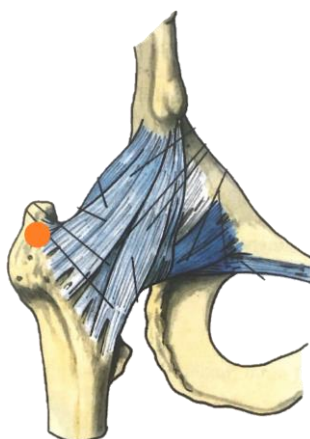


Figura 2.1: Articulação da anca vista pela face anterior. Adaptado de [10].

Esta articulação realiza movimentos de flexão, extensão, adução, abdução, rotação lateral e rotação medial. Os movimentos analisados nesta dissertação são a flexão e a extensão que se realizam segundo um eixo horizontal e transversal que passa pela cabeça do fémur. Na flexão, tem a amplitude média de 120°, e na extensão, tem a amplitude

média de 15°, a partir da posição neutra[10]. Estes movimentos estão representados na Figura 2.2.

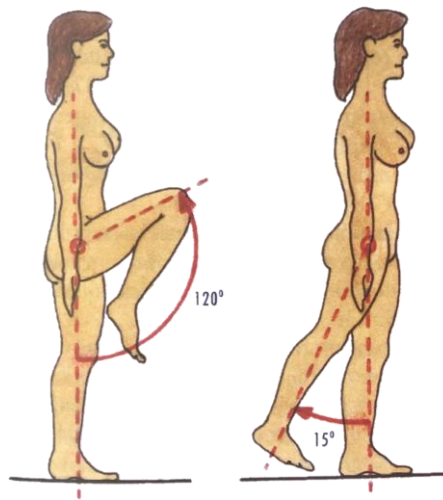


Figura 2.2: Flexão e extensão da anca. Adaptado de [10].

### 2.1.2. Artrologia do joelho

A articulação do joelho conecta o fémur, a tíbia e a patela. Esta articulação pode ser dividida em duas articulações secundárias: a articulação fémoro-patelar, que liga o fémur e a patela; e a articulação fémoro-tibial, que une o fémur e a tíbia. Na Figura 2.3 está representado o plano frontal da articulação do joelho, bem como, assinalado a laranja, o epicôndilo medial do fémur.

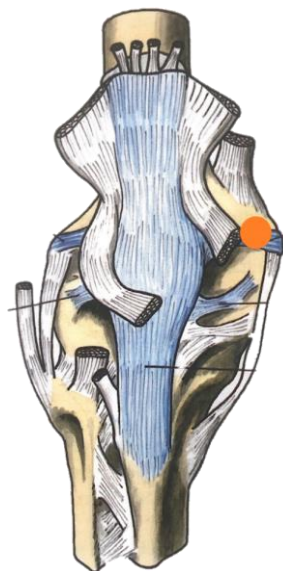


Figura 2.3: Articulação do joelho vista pela face anterior. Adaptado de [10]

Esta articulação efetua movimentos de flexão, extensão, rotação lateral e rotação medial. Os movimentos de flexão e de extensão dão-se em torno de um eixo central que passa pelos côndilos do fémur. A flexão passiva permite o contacto do calcanhar com a região dos glúteos, com amplitude média de 150°. A flexão ativa depende da posição da anca: com a anca fletida a amplitude média é de 140° e com a anca em hiperextensão a amplitude média é de 120°. A extensão passiva apresenta uma amplitude entre os 0° e os

5°[10]. Estes movimentos estão exemplificados na Figura 2.4.

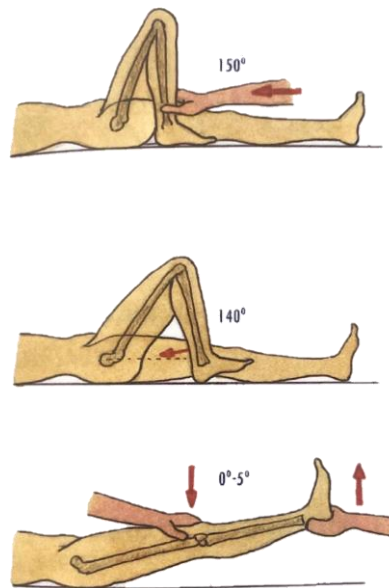


Figura 2.4: Flexão e extensão do joelho. Adaptado de [10].

### 2.1.3. Artrologia do tornozelo

A articulação do tornozelo é responsável pelos movimentos existentes entre a perna e o pé. Esta articulação está exibida na Figura 2.5. A laranja encontra-se assinalado o maléolo lateral do pé.

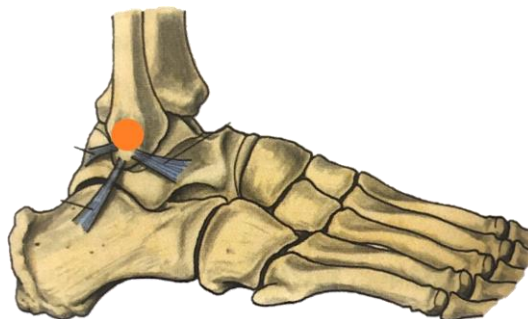


Figura 2.5: Articulação do tornozelo vista pela face lateral. Adaptado de [10].

Esta articulação executa movimentos de dorsiflexão, flexão plantar, eversão e inversão. Na dorsiflexão a articulação tem uma amplitude média de 25° e na flexão plantar uma amplitude média de 45°[10]. Estes movimentos estão exemplificados na Figura 2.6.

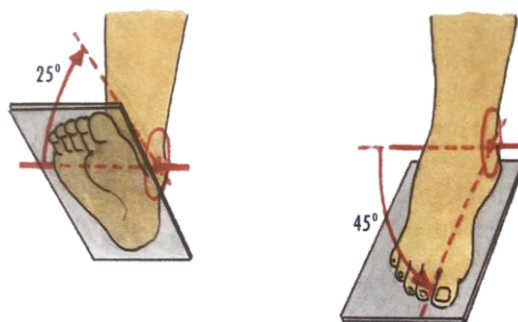


Figura 2.6: Dorsiflexão e flexão plantar do tornozelo. Adaptado de [10].

## 2.2. Ciclo de marcha

A marcha de um indivíduo sem patologia associada define-se como um método de locomoção que envolve o uso dos dois membros inferiores de forma alternada para providenciar apoio e propulsão. A marcha humana envolve os métodos de andar e de correr. De forma a excluir a corrida, em indivíduos saudáveis é necessário que, pelo menos um pé, esteja em contacto com o chão em todos os momentos[11].

A análise da marcha que se efetuará nesta dissertação incide sobre o método de andar.

Alguns autores diferenciam a marcha do processo de andar, uma vez que consideram que a marcha descreve a forma ou a maneira de andar ao invés do próprio ato de movimento[11].

O estudo da marcha humana passa por analisar a sua unidade fundamental, o ciclo de marcha (CM). Considera-se como um ciclo de marcha completo o período de tempo entre dois apoios consecutivos do mesmo pé. O mais convencional é considerar o tempo desde que um calcanhar toca no chão, até que esse mesmo calcanhar toque de novo no chão. O ciclo de marcha também se denomina de passada[9].

Observando o ciclo de marcha é possível distinguir duas fases distintas: a fase de apoio e a fase de balanço, que estão representadas na Figura 2.7.

A fase de apoio começa quando o calcanhar toca inicialmente no chão e termina quando o mesmo calcanhar sai do chão. Esta fase ocupa aproximadamente 60% do ciclo de marcha e tem como principal função proporcionar estabilidade, suporte e propulsão.

A fase de balanço inicia-se quando o calcanhar sai do chão e termina quando o calcanhar entra em contacto com o chão. Esta fase ocupa sensivelmente 40% do ciclo de marcha e é responsável pela progressão do membro inferior.

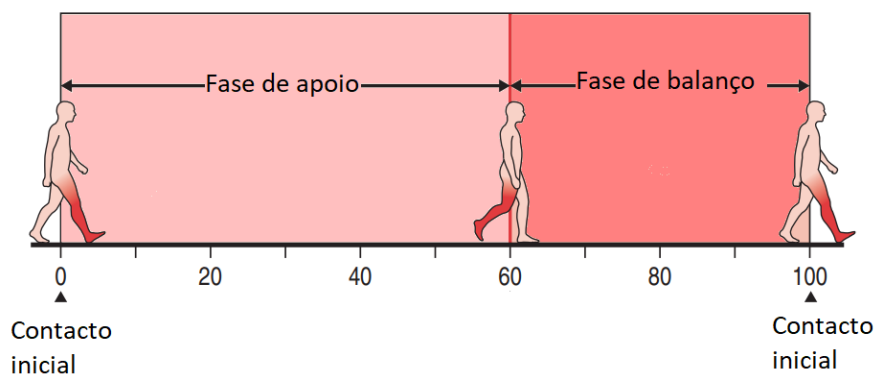


Figura 2.7: Representação das fases de apoio e de balanço. Adaptado de[12].



Em ambas as fases, o peso corporal é suportado maioritariamente por apenas um membro, sendo por isso caracterizadas por apoio unilateral. No entanto, 20% da fase de apoio caracteriza-se pela existência de apoio bilateral, onde o peso do corpo é sustentado por ambos os membros inferiores, como representado na Figura 2.8[12].

O apoio bilateral pode ser dividido em duas fases, a fase inicial (onde o peso é transferido do membro contralateral para o ipsilateral) e a fase final (onde o peso é transferido do membro ipsilateral para o contralateral). De notar que a fase de apoio bilateral inicial corresponde à fase de apoio bilateral final do membro oposto. Uma vez que existem dois membros inferiores, os eventos no membro contralateral ocorrem com um desfasamento de 50 %. Deste modo, quando um dos membros está em fase de apoio o outro está em fase de balanço[12].

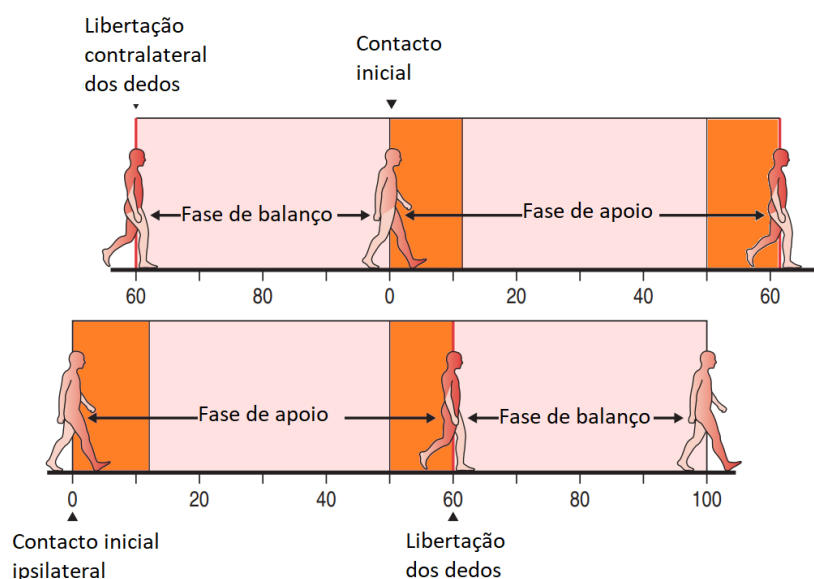


Figura 2.8: Representação das fases do ciclo de marcha, evidenciando o apoio bilateral. Adaptado de [12].

A fase de apoio encontra-se dividida em[13]:

1. Contacto inicial: esta fase representa o momento em que o calcanhar toca no chão. Intervalo: 0-2% do CM.
2. Apoio plantar: esta fase corresponde ao apoio bilateral inicial, existindo o apoio da planta do pé no chão. Esta fase dura desde o momento em que o pé contacta com o chão, até ao pé oposto ser levantado para fase de balanço. Intervalo: 0-10% do CM.
3. Apoio médio: esta fase é a primeira do apoio unilateral. Inicia-se quando o pé oposto é levantado e termina quando o peso corporal está alinhado sobre o ante pé. Intervalo: 10%-30% do CM.
4. Apoio final: esta fase começa com o levantamento do calcanhar e continua até que o pé oposto atinja o chão. Intervalo: 30-50% do CM.
5. Pré-balanço: esta fase representa o apoio bilateral final. Começa com o contacto inicial do pé oposto e termina com a libertação dos dedos do pé ipsilateral. Intervalo: 50-60% do CM.

A fase de apoio encontra-se esquematizada na Figura 2.9.

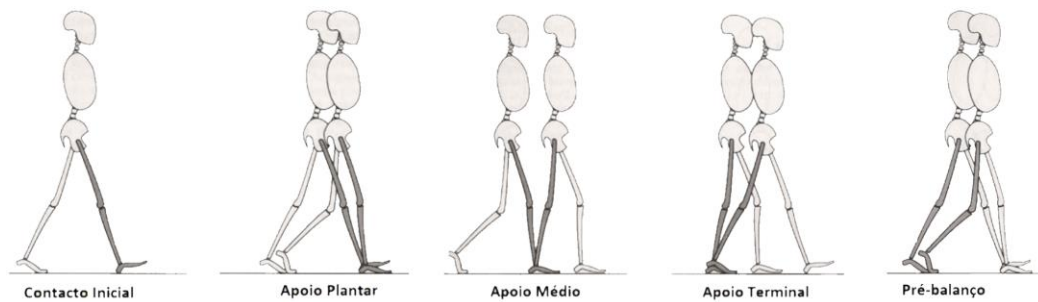


Figura 2.9: Representação das subfases da fase de apoio. Adaptado de [13].

A fase de balanço divide-se em[13]:

1. Balanço inicial: esta fase começa quando o pé traseiro deixa o chão para se mover e termina quando o pé oposto está no fim do apoio médio. Nesta altura o corpo está novamente alinhado com o ante pé. Intervalo: 60- 73% do CM.
2. Balanço médio: nesta fase o membro suspenso está em oposição ao membro que está a realizar o apoio. Esta fase termina quando o membro suspenso avança de forma a que a tíbia se encontre vertical. Intervalo: 73- 87% do CM.
3. Balanço final: esta fase começa com a tíbia vertical e termina quando o pé contacta novamente com o chão, iniciando assim um novo ciclo. Intervalo: 87-100% do CM.

A fase de balanço encontra-se esquematizada na Figura 2.10.

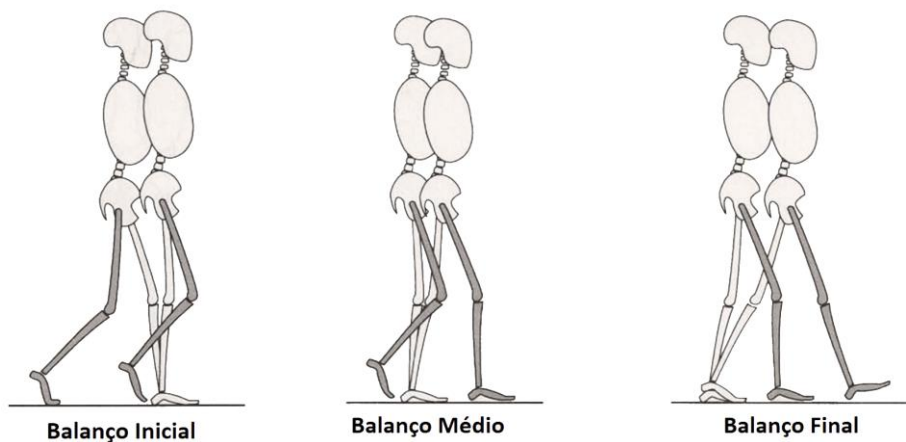


Figura 2.10: Representação das subfases da fase de balanço. Adaptado de [13].

## 2.3. Análise de marcha

A análise de marcha consiste em observar, registar, analisar e interpretar todos os padrões de movimento realizados durante o ciclo de marcha. Neste sentido, existe um conjunto específico de parâmetros importantes no estudo da mesma[14].

### 2.3.1. Parâmetros espaço-temporais

As fases do CM são avaliadas através de parâmetros espaço-temporais bastante fáceis de adquirir em laboratório. Os principais parâmetros avaliados são [14]:

- Comprimento do passo. Este parâmetro corresponde à distância entre o

ponto de contacto inicial do pé ipsilateral e o ponto de contacto inicial do pé contralateral.

- Largura do passo. Este parâmetro refere-se à distância entre os centros dos calcâneos durante a fase de apoio bilateral.
- Comprimento da passada. Este parâmetro é definido como a distância entre dois contactos iniciais consecutivos efetuados com o mesmo pé.
- Tempo da passada. Este parâmetro é definido como o tempo decorrido entre dois contactos iniciais consecutivos do mesmo pé. Corresponde à duração do CM.
- Cadência. Este parâmetro refere-se ao ritmo a que um indivíduo se move, sendo expresso em passos por minuto.
- Velocidade da marcha. Este parâmetro é a taxa de variação da distância em relação ao tempo.

A Figura 2.11 esquematiza os parâmetros espaciais: comprimento do passo, largura do passo e comprimento da passada. Está especificado o comprimento do passo esquerdo e o comprimento da passada direita.

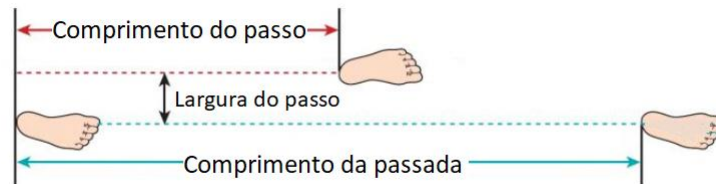


Figura 2.11: Esquema dos parâmetros espaciais do ciclo de marcha. Adaptado de [9].

### 2.3.2. Parâmetros cinemáticos

A cinemática é a ciência que estuda o movimento sem ponderar as forças que originam esse movimento. A descrição cinemática do movimento humano inclui a posição do segmento do corpo em estudo e caracteriza o seu movimento através de relações angulares[9]. É uma ciência tridimensional, que caracteriza o movimento em três planos. No entanto, para o propósito desta dissertação o foco é o plano sagital.

#### 2.3.2.1. Movimento angular da anca

Durante o CM, a articulação da anca, na fase de apoio, realiza uma extensão e, no decurso da fase de balanço, uma flexão. Durante o contacto inicial, a articulação da anca está fletida 30° e mantém-se assim durante o apoio plantar. Seguidamente, durante o apoio médio e o apoio terminal, a articulação da anca estende progressivamente. Quando o pé oposto toca no chão, a 50% do CM, a articulação da anca atinge o pico máximo de extensão de 10°. Durante a fase de pré-balanço, a articulação da anca reverte a direção do movimento e começa a fletir. No final da fase de apoio, a articulação da anca atinge a posição neutra de 0°. Ao longo da fase de balanço, a articulação da anca flete progressivamente até atingir 35° de flexão[13].

O movimento angular da anca ao longo do CM está representado na Figura 2.12.

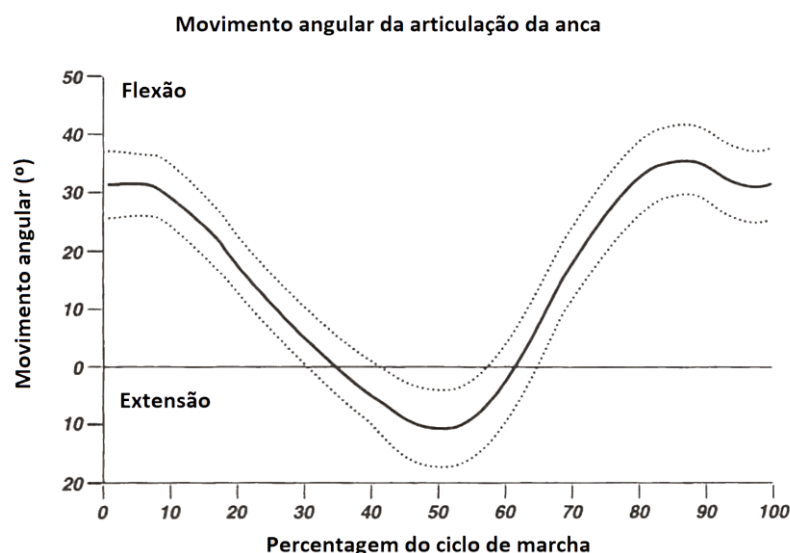


Figura 2.12: Movimento angular da articulação da anca. Adaptado de [13].

### 2.3.2.2. Movimento angular do joelho

Durante o CM, o joelho alterna duas vezes entre a flexão e a extensão. No contacto inicial, a articulação do joelho está fletida cerca de 5°. Durante o apoio plantar, o joelho começa a fletir rapidamente até atingir cerca de 18°. Este pico de flexão é atingido na fase do apoio médio (15% do CM). Durante o resto do apoio médio, a articulação estende gradualmente. O pico mínimo da flexão da articulação do joelho durante a fase de apoio (3°) é alcançado a meio da fase de apoio terminal (40% do CM). Seguidamente, o joelho começa lentamente a fletir de novo. Assim, o segundo momento de flexão do joelho inicia-se a meio da fase de apoio terminal. Na fase final do pré-balanço (60% do CM) a articulação do joelho alcança um ângulo de 40°. O pico máximo de flexão de 60° ocorre no balanço inicial. Durante o balanço médio, o joelho começa a estender atingido a extensão máxima, de 3° de flexão, no balanço terminal[13].

O movimento angular do joelho ao longo do CM está representado na Figura 2.13.

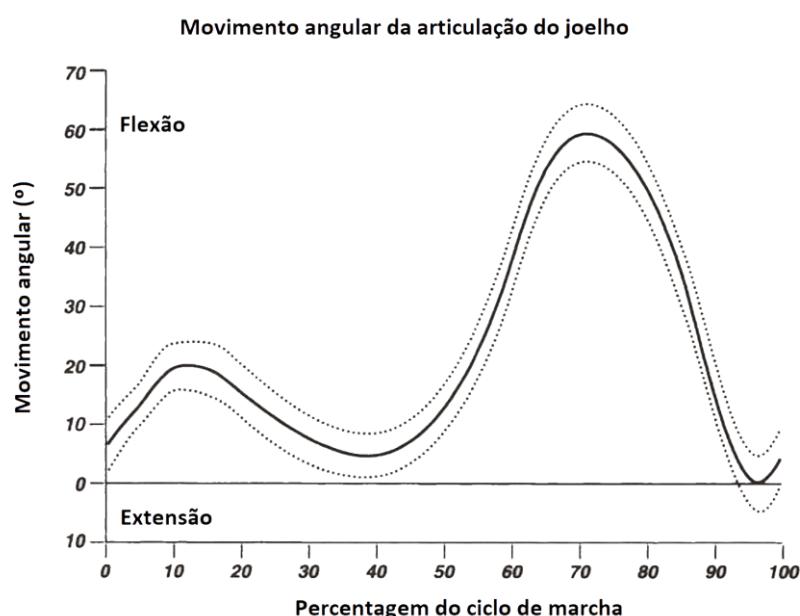


Figura 2.13: Movimento angular da articulação do joelho. Adaptado de [13].

### 2.3.2.3 Movimento angular do tornozelo

Durante o CM, o tornozelo alterna duas vezes entre a flexão plantar e a dorsiflexão. O contacto inicial do calcanhar ocorre com a articulação do tornozelo neutra (ou com uma ligeira flexão plantar entre  $3^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ). Seguidamente, durante a fase de apoio plantar ocorre o primeiro momento de flexão plantar. Com o contacto do ante pé no chão, a articulação do tornozelo inicia a dorsiflexão. A dorsiflexão da articulação continua até atingir o pico máximo de  $10^{\circ}$  durante o apoio terminal. Após o início do apoio bilateral, existe uma flexão plantar do tornozelo que atinge o seu pico máximo de  $20^{\circ}$  no final da fase de apoio (60% do CM). A libertação dos dedos do chão inicia o momento final de dorsiflexão da articulação. A posição neutra ( $0^{\circ}$ ) é alcançada durante o balanço médio e mantida até ao fim do balanço final. Algumas vezes, durante o balanço final, existe uma ligeira flexão plantar de  $3^{\circ}$ - $5^{\circ}$ [13].

O movimento angular do tornozelo ao longo do CM está representado na Figura 2.14.

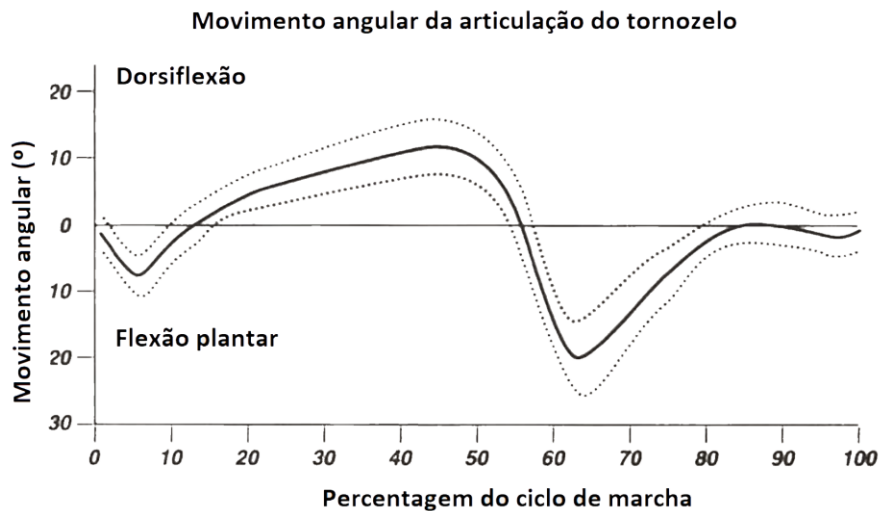


Figura 2.14: Movimento angular da articulação do tornozelo. Adaptado de [13].

### 2.3.2.4 Velocidade angular

A velocidade angular das articulações é uma grandeza que descreve a taxa a que a orientação das mesmas muda. Esta grandeza expressa-se em graus por segundo ( $^{\circ}/s$ ).

A Figura 2.15 apresenta os valores típicos da velocidade angular das articulações do tornozelo, do joelho e da anca a diferentes velocidades de marcha.

Durante um CM a velocidade angular da articulação da anca pode variar entre -150 a 200 ( $^{\circ}/s$ ). A velocidade angular da articulação do joelho, durante um CM, pode variar entre -400 a 300 ( $^{\circ}/s$ ). A variação da velocidade angular da articulação do tornozelo pode estar compreendida entre -400 e 300 ( $^{\circ}/s$ ), durante um CM[15].

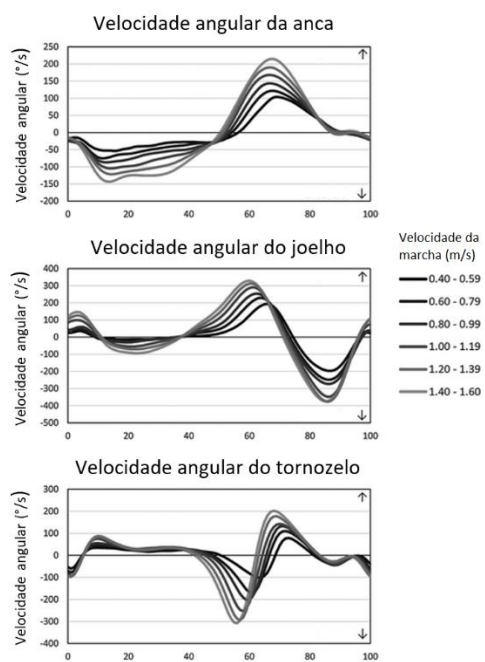


Figura 2.15: Velocidade angular das articulações anca, joelho e tornozelo para diferentes velocidades da marcha. Adaptado de [15].

## Estado da arte

A gerontologia é a ciência que estuda o processo do envelhecimento. Esta disciplina aborda todos os processos que ocorrem no indivíduo desde que atinge a meia idade até ao estado final da vida. Desta forma, a gerontologia dedica-se ao estudo das mudanças físicas, mentais e sociais que decorrem nos indivíduos à medida que envelhecem. Com o aumento significativo da população idosa no mundo, tem-se tornado numa ciência cada vez mais crucial nas sociedades atuais[16].

Neste sentido, ao longo dos últimos anos têm sido efetuados alguns perfis de envelhecimentos em diversos países, de forma a melhor entender esse processo.

O envelhecimento pode ser caracterizado como a deterioração progressiva de todas as funções corporais ao longo do tempo que resulta da interação de múltiplos fatores endógenos e exógenos[17].

Em Portugal, destaca-se o *Estudo do Perfil de Envelhecimento da População Portuguesa*, uma investigação conduzida por docentes da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Esta investigação tinha como objetivo o estudo da dependência e caracterização de fatores funcionais e laboratoriais do envelhecimento. O estudo concluiu que a população portuguesa envelhece apresentando, maioritariamente, independência funcional com hábitos de vida favoráveis[18]. De salientar que esta investigação não englobou a análise de parâmetros biomecânicos do padrão de marcha, que é o foco desta dissertação.

A análise biomecânica do movimento humano tornou-se uma ferramenta importante para a intervenção clínica em condições ortopédicas e neurológicas. Através da análise do movimento é possível extrair características cinéticas e cinemáticas do corpo humano. Este tipo de dados é essencial para sustentar diagnósticos e tratamentos associados a patologias motoras. A análise clínica do movimento é tradicionalmente realizada *off-line* através do processamento de dados de movimento e força previamente registados, resultando num relatório laboratorial ou de marcha para o clínico que toma as decisões de tratamento. Nesse relatório, as informações clinicamente relevantes normalmente incluem o histórico temporal de variáveis biomecânicas, como ângulos articulares (cinemática) e momentos articulares (cinética)[19].

Com o avanço tecnológico, a aquisição de dados e o seu processamento tem-se tornado cada vez mais célere. Atualmente, a maioria dos centros de análise de movimento clínico utiliza sistemas óticos tridimensionais baseados em marcadores, pois estes sistemas são considerados o método que obtém os resultados mais precisos[20]. Estes métodos implicam um laboratório específico equipado com aparelhos fixos de elevado custo.

No entanto, a análise do movimento, para além do seu papel fulcral na medicina, tem-se tornado uma ferramenta importante para a realização de diversos estudos. Isto promoveu o desenvolvimento de outros métodos de análise de movimento, como sistemas portáteis, não invasivos e vestíveis. A maior parte destes sistemas recorre a sensores

inerciais[21]. Em particular, com a evolução dos métodos de análise de marcha têm surgido diversos estudos que visam caracterizar vários parâmetros da marcha e perceber de que forma é que estes são afetados.

Os parâmetros de marcha mais frequentemente analisados são a velocidade da marcha, o comprimento do passo e a cadência.

Um estudo de 1993, com o intuito de apresentar valores de referência para indivíduos saudáveis entre os 10 e os 79 anos, concluiu que a velocidade da marcha para os homens é de 1,3-1,6 m/s e para as mulheres é de 1,3-1,5 m/s. As alterações mais significativas nos parâmetros avaliados em função da idade foi a redução da velocidade e do comprimento do passo. Em relação ao género, as mulheres apresentavam uma cadência mais elevada mas uma velocidade e comprimento do passo menor comparativamente aos homens[22].

Outro estudo determinou que o comprimento médio da passada para um sujeito saudável é de 1,41 metros. Os homens apresentaram uma passada mais longa que as mulheres, uma vez que a média da passada nos homens foi de 1,46 metros enquanto que nas mulheres foi de 1,28 metros. No entanto, a cadência das mulheres (117 passos por minuto) é superior à cadência dos homens (111 passos por minuto). O estudo determinou que a cadência média para um adulto é de 113 passos por minuto[13].

Em adição, os parâmetros cinemáticos da marcha são de extrema importância para se poder efetuar uma análise completa da locomoção.

Um estudo de 1994, apresentou valores de referência para a cinética das articulações da anca e do joelho, para indivíduos saudáveis entre os 10 e os 79 anos. Este estudo concluiu que não há diferenças entre a amplitude dos movimentos das articulações do lado direito e do lado esquerdo do corpo. No entanto, em função do género, observou-se uma diferença estatisticamente significativa. Durante o ciclo de marcha, os homens apresentaram uma maior amplitude de movimento do joelho que as mulheres, mas na flexão-extensão da anca os valores foram ligeiramente inferiores para os homens. Com o aumento da idade, verificou-se que a amplitude da articulação do joelho, durante a fase de balanço, diminuiu 0,5° por cada década. Não foram observadas diferenças na amplitude da articulação da anca em função da idade[23].

Ao longo dos últimos anos, têm sido conduzidos alguns estudos com o intuito de perceber quais os efeitos específicos do envelhecimento na capacidade de marcha dos idosos. Esta necessidade justifica-se, pois, uma das principais causas de mortalidade nos idosos relaciona-se com quedas. Em quase todas as situações de queda, os idosos apresentam alguns aspetos da locomoção comprometidos[24]. É estimado que 35% dos idosos com mais de 70 anos apresentem distúrbios na marcha[25].

Há alterações fisiológicas normais que ocorrem à medida que as pessoas envelhecem. As alterações na marcha estão associadas ao declínio funcional, à perda de independência e à diminuição da qualidade de vida. Existem outros fatores que contribuem para uma marcha alterada como a perda de equilíbrio e estabilidade, a menor resistência dos membros inferiores e o medo de cair. As alterações posturais são visíveis nos indivíduos idosos, que adotam uma postura inclinada quando andam. Esta postura inclui inclinação do corpo e da cabeça para a frente, cifose da caixa torácica e perda de lordose lombar. Outras características que a acompanham são o aumento da base de suporte bem como uma ligeira flexão dos joelhos[25].



A redução da velocidade da marcha é a mudança mais consistente relacionada com a idade. De acordo com vários estudos efetuados, a diminuição na velocidade varia entre 0,1 por cento/ano até 0,7 por cento/ano[24]. Esta diminuição da velocidade resulta da junção da redução do comprimento do passo e da cadência com a perda de força muscular. Devido à perda de força dos músculos protagonistas do ciclo de marcha, existe também uma redução do movimento da anca e uma diminuição da amplitude da flexão plantar do tornozelo. Outro parâmetro que sofre alterações com a idade é a largura do passo que aumenta[25].

Um estudo de 1997, comprovou que os indivíduos idosos apresentam uma redução do pico da flexão plantar ( $-13^{\circ} \pm 5^{\circ}$ ) comparativamente com os mais jovens ( $-17^{\circ} \pm 5^{\circ}$ ). O ângulo da extensão do joelho durante a fase de apoio aumenta  $0,5^{\circ}$  por década, enquanto que durante a fase de balanço diminuiu entre  $0,5^{\circ}$  a  $0,8^{\circ}$ . Comparativamente com os jovens que apresentam quase extensão total do joelho, os idosos mantêm os joelhos ligeiramente flexionados na fase final da fase de balanço. A velocidade de contacto do calcanhar com o chão é maior nos indivíduos idosos (1,15 m/s) relativamente aos jovens (0,87m/s), apesar dos indivíduos idosos andarem mais devagar que os jovens. Este aumento da velocidade do calcanhar a tocar no chão aumenta a possibilidade de um desequilíbrio que pode resultar numa queda para os idosos[24].

## Procedimento experimental

Para a realização desta dissertação foram analisados dados recolhidos previamente pelos investigadores do projeto *Age4all*, no Instituto Politécnico de Setúbal. Os métodos aplicados nesta primeira fase (anterior à pandemia da doença COVID-19) foram validados pela comissão de ética.

### 4.1. Definição da amostra

Os participantes deste estudo são indivíduos idosos, de ambos os sexos, do distrito de Setúbal. Os indivíduos foram recrutados em centros de dia da Junta de Freguesia de São Sebastião e Junta de Freguesia das Praias do Sado. A freguesia das Praias do Sado pertence a uma região rural do distrito de Setúbal, e a freguesia de São Sebastião encontra-se numa zona urbana.

O critério de inclusão para os voluntários estarem aptos a participar no estudo era terem mais de 60 anos.

Foram excluídos do estudo todos os voluntários que manifestaram uma das seguintes situações:

- limitação cognitiva que impedisse um consentimento informado;
- demência diagnosticada;
- perturbação da linguagem e/ou da fala diagnosticada;
- próteses nos membros inferiores;
- procedimentos cirúrgicos nos membros inferiores;
- malformações nos membros inferiores que impedissem uma marcha natural;
- utilização de auxiliares de marcha.

A amostra é constituída por 36 voluntários, dos quais 29 são do sexo feminino e 7 do sexo masculino. A idade média dos participantes é de 74 anos e varia entre os 62 e os 91 anos. Demograficamente, existem 16 voluntários que são da freguesia Praias do Sado e 20 provenientes da freguesia São Sebastião.

Para que o estudo fosse o mais representativo possível, era importante que amostra refletisse a população do distrito de Setúbal. Neste sentido, apresenta-se uma breve descrição estatística da população de Setúbal.

Em 2017, 47,3% da população de Setúbal era do sexo masculino e 52,7% da população era do sexo feminino.

Em 2011, a população de Setúbal era constituída por 121185 habitantes, dos quais 18,1% tinham mais de 65 anos. A freguesia Praias do Sado tinha 5783 habitantes enquanto que a freguesia São Sebastião era composta por 52542 habitantes[26]. Assim, em 2011, o total de habitantes nestas duas freguesias era de 58325 habitantes.

Na Figura 4.1 apresenta-se uma comparação dos dados da população da amostra

em estudo com os dados referentes à população do distrito de Setúbal em função do género.

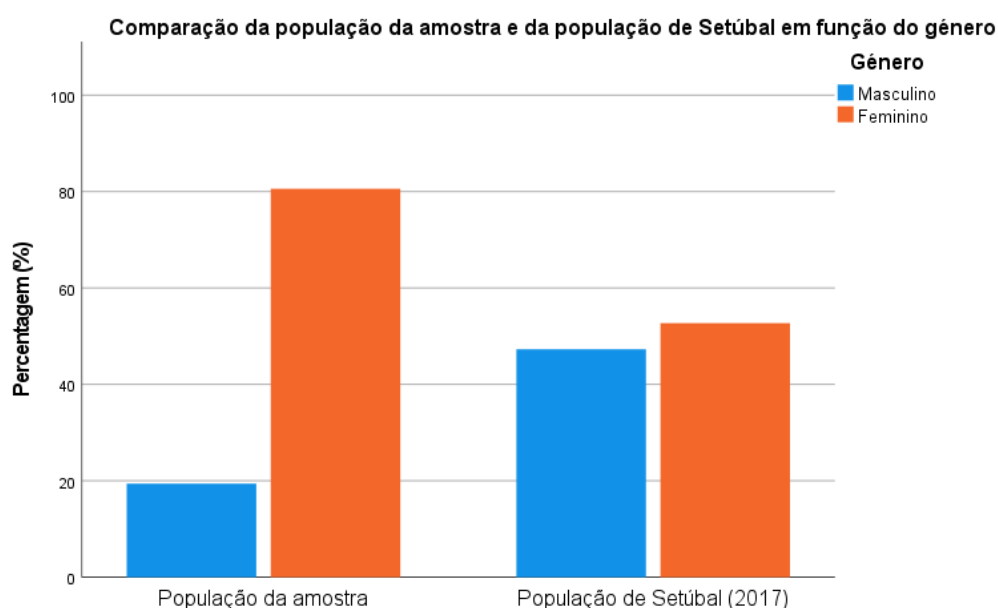


Figura 4.1: Comparação entre a população da amostra e a população de Setúbal em função do género.

Na Figura 4.2 apresenta-se uma comparação dos dados da população da amostra em estudo com os dados referentes à população do distrito de Setúbal em função da freguesia.

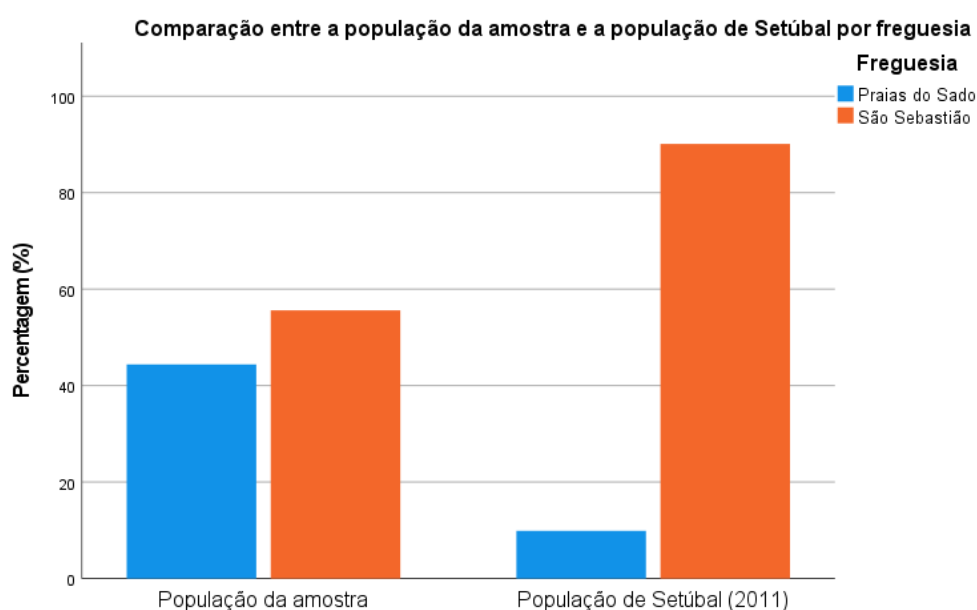


Figura 4.2: Comparação entre a população da amostra e a população de Setúbal em função da freguesia.

Desta forma, não é possível inferir que a amostra em estudo seja representativa da população do distrito de Setúbal. De salientar que não foram incluídos no estudo indivíduos idosos com problemas músculo-esqueléticos que alteram o padrão de marcha, nem com próteses.

## 4.2. Questionário e instrumentos utilizados para a recolha de dados

Todos os dados analisados nesta dissertação foram recolhidos no âmbito do projeto *Age4all*. A par da recolha dos parâmetros espaço-temporais e cinemáticos foram coligidos mais dois dados de interesse para o estudo estatístico da população: o índice de massa corporal (IMC) e a força de preensão palmar.

### 4.2.1. Questionário *Nutrition UP 65*

A caracterização de cada participante foi feita através do preenchimento do questionário *Nutrition UP 65*. Este inquérito recolhe informações sobre o estado cognitivo, dados sociodemográficos, estilo de vida, estado de saúde, perceção do estado de saúde, medicação e estado nutricional[27]. Este instrumento está validado para os indivíduos da população portuguesa.

#### 4.2.1.1. Questionário sobre o índice de massa corporal

No momento da recolha de dados foi calculado o índice de massa corporal de todos os participantes. Este índice obtém-se através da divisão do peso expresso em quilogramas pelo quadrado da altura expressa em metros. Globalmente é utilizado para determinar se a pessoa está dentro dos parâmetros de peso saudável, de acordo com a altura. Segundo a OMS, os valores normais de IMC situam-se entre 18,5 e 24,9 kg/m<sup>2</sup>. Valores entre 25 e 29,9 kg/m<sup>2</sup> indicam excesso de peso. Quando o IMC é superior a 30 kg/m<sup>2</sup> indica obesidade[28].

#### 4.2.1.2. Questionário sobre a força de preensão palmar

Outro dado recolhido foi a força da preensão palmar da mão não dominante. A avaliação da força de preensão palmar é utilizada como um indicador geral de força e de potência muscular[29]. Para a recolha deste valor foi utilizado um dinamómetro de mão hidráulico e pedido aos participantes que utilizassem a mão não dominante.

Vários estudos comprovam a diminuição da força da preensão palmar em função da idade e diferenças significativas entre género. Em específico, um estudo conduzido com o objetivo de estabelecer valores de referência para a população idosa obteve os resultados indicados na Tabela 4.1[30]. Observa-se uma diminuição da força de preensão palmar em função da idade e valores mais reduzidos nas mulheres.

Tabela 4.1: Valores de referência para a força de preensão palmar.

		Mão direita (kgf)		Mão esquerda (kgf)	
		Média	DP	Média	DP
<b>Mulheres</b>	60-69 anos	25,3	4,8	23,6	4,7
	70-79 anos	23,7	5,1	22,0	4,7
	> 80 anos	20,0	4,3	18,5	4,4
<b>Homens</b>	60-69 anos	45,6	8,6	43,6	8,7
	70-79 anos	42,4	9,1	40,5	8,5
	> 80 anos	34,5	7,2	32,1	7,0

#### 4.2.2. Xsens

A recolha dos dados biomecânicos foi realizada com o equipamento *Xsens*. A tecnologia deste equipamento oferece a liberdade de realizar análises de marcha em qualquer lugar. O equipamento *Xsens* é um sistema de análise de movimento do corpo inteiro, baseado em sensores inerciais, modelos biomecânicos e algoritmos de fusão de dados[31]. O *software* que acompanha o *Xsens* para a obtenção de modelos biomecânicos é o *MVN BIOMECH*, que garante a qualidade na reprodução e análise dos movimentos com recurso ao computador. Este aparelho é composto por 17 módulos de sensores que se colocam no paciente através de correias de velcro, como é observado na Figura 4.3. Os sensores são colocados sobre segmentos anatómicos adjacentes às articulações em estudo, para que seja possível efetuar o estudo das mesmas.

Os dados recolhidos são transferidos via wireless para um computador. Com recurso aos *softwares MVN Studio* e *Visual3D* é possível visualizar e analisar os dados.

De notar que os sensores não são colocados em locais específicos, mas sim em locais gerais. Cabe ao investigador realizar as medições necessárias e inserir as correções no *software MVN Studio* para que o algoritmo consiga corrigir sozinho. Deste modo, para a articulação da anca foi medida a distância entre o centro do sensor e o trocânter maior; para a articulação do joelho foi medida a distância entre o centro do sensor e o epicôndilo medial do fémur; e para a articulação do tornozelo foi medida a distância entre o centro do sensor e o maléolo lateral do pé.

Com este equipamento foram recolhidos todos os parâmetros espaço-temporais do CM bem como os dados cinemáticos das articulações da anca, joelho e tornozelo.



Figura 4.3: Esquemático dos sensores Xsens colocados nos participantes.

#### 4.3. Procedimentos utilizados na recolha dos dados

Os procedimentos adotados para recolher os dados foram validados pela comissão de ética.

A recolha de todos os dados foi anterior à realização desta dissertação e levada a cabo pelos investigadores do projeto *Age4all*.

Devido à situação pandémica que o mundo atravessa no momento da escrita desta dissertação, não foi possível assistir a nenhuma recolha de dados, uma vez que estas estavam suspensas.

A recolha dos dados decorreu no laboratório *Sense & Motion – Pain and Motion Research Lab* da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal.

Antes de se efetuar a recolha de qualquer dado foi confirmada a elegibilidade dos participantes e foi assinado o consentimento informado.

Seguidamente, foi solicitado que cada participante, juntamente com um membro da equipa de investigação, respondesse ao questionário *Nutrition UP 65*.

Por último, cada voluntário foi instrumentado com o equipamento *Xsens*, para se proceder à recolha dos parâmetros do ciclo de marcha. Os sensores foram colocados pelos membros da equipa de investigação sob os segmentos anatómicos dos participantes. De seguida, o investigador mediu a distância entre o centro do sensor e a articulação em estudo. Para cada participante foram efetuados cinco ensaios. No decurso desses ensaios foram adquiridos os dados de parâmetros espaço-temporais e cinemáticos da marcha.

## 4.4. Processo de análise dos dados

Previamente à análise estatística dos dados recolhidos, foi necessário verificar se os mesmos estavam aptos a serem analisados. Deste procedimento resultou que alguns dados necessitaram de ser ajustados.

### 4.4.1. Ajustes realizados

Os ajustes efetuados derivaram maioritariamente de limitações relacionadas com a recolha dos dados. As correções inseridas no *software MVN Studio* no momento da recolha dos dados não foram suficientes para que o algoritmo do *software* conseguisse corrigir sozinho. Salienta-se que as medições efetuadas acarretam erros de componente humana. Isto conduziu a alguns desvios nos dados, que tiveram que ser reajustados.

#### 4.4.1.1. Cinética angular da anca

No caso dos dados da cinética angular da anca, não foi necessário efetuar nenhum tipo de ajustes. Na Figura 4.4 observam-se os dados relativos ao movimento angular da articulação da anca direita de um participante.

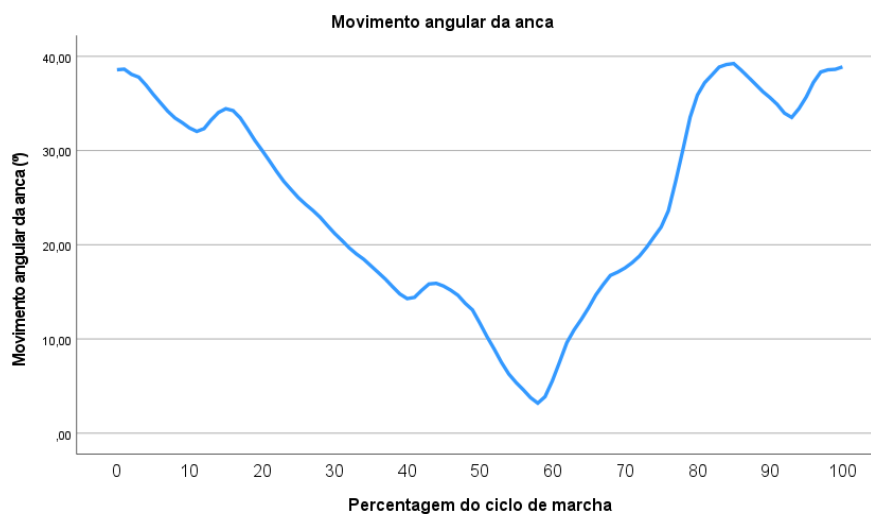


Figura 4.4: Movimento angular da articulação da anca de um participante.

#### 4.4.1.2. Cinética angular do joelho

Para analisar os dados da cinética angular da articulação do joelho foi necessário multiplicar todos os valores angulares pelo fator (-1). Isto decorreu, pois, nos dados em brutos fornecidos para análise os valores angulares das articulações dos joelhos encontravam-se invertidos. Este procedimento foi efetuado nos dados de todos os participantes. Na Figura 4.5 salienta-se a diferença entre os dados em bruto e os dados processados do movimento angular da articulação do joelho direito de um participante.

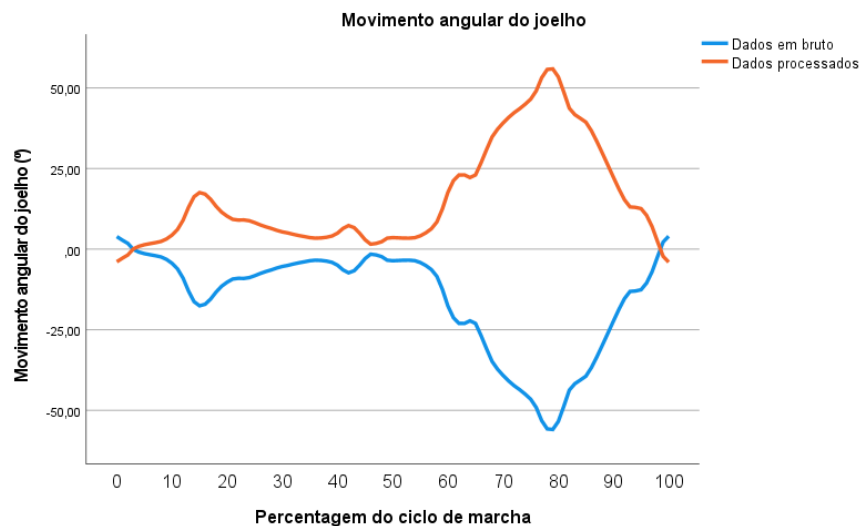


Figura 4.5: Dados em bruto e dados processados do movimento angular do joelho de um participante.

#### 4.4.1.3. Cinética angular do tornozelo

Para analisar os dados da cinética angular da articulação do tornozelo, foi necessário reajustar os dados. Os sensores não se encontravam colocados exatamente sob a articulação do tornozelo, mas sim sob o peito do pé. Desta forma, os dados obtidos apresentavam valores angulares bastantes superiores. Neste sentido, optou-se por subtrair a todos os ângulos o valor do ângulo verificado no momento 0% do CM do tornozelo direito. Assim, no momento inicial do CM, a articulação do tornozelo encontra-se na posição neutra. Esta é a posição de referência para o contacto inicial. Foi utilizado como referência o tornozelo direito, uma vez que este foi o pé com que todos os participantes iniciaram o ciclo de marcha. Este procedimento foi aplicado a todos os dados de cinética angular da articulação do tornozelo direito e esquerdo de todos os pacientes. Na Figura 4.6 observa-se a diferença entre os dados em bruto e os dados processados do movimento angular da articulação do tornozelo direito de um voluntário.

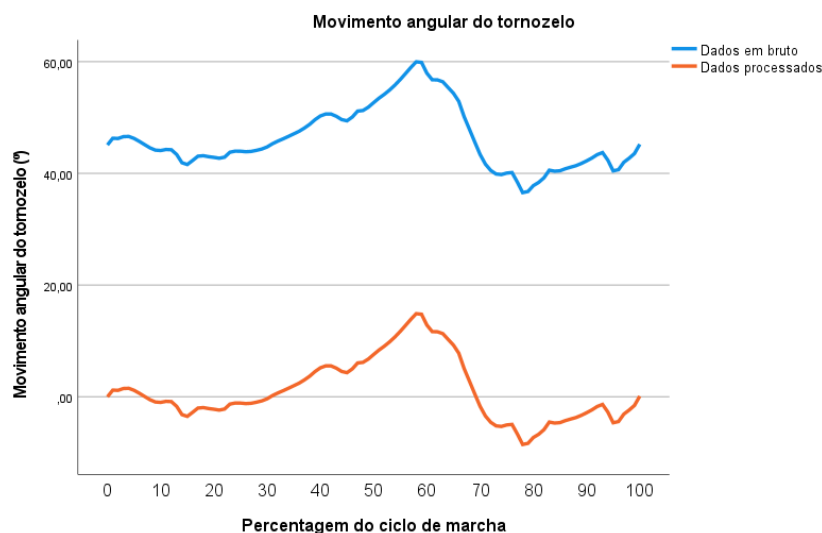


Figura 4.6: Dados em bruto e dados processados do movimento angular do tornozelo de um participante.

#### 4.4.1.4. Velocidade angular

Para filtrar os dados da velocidade angular das articulações utilizou-se o *software Matlab*, versão R2020a. Foi aplicado a todos os dados de velocidade angular das articulações em estudo um filtro de média deslizante. A aplicação deste filtro teve como objetivo reduzir o ruído presente nos dados. A Figura 4.7 representa a diferença dos dados da velocidade angular da articulação do tornozelo direito de um voluntário antes e após a aplicação do filtro.

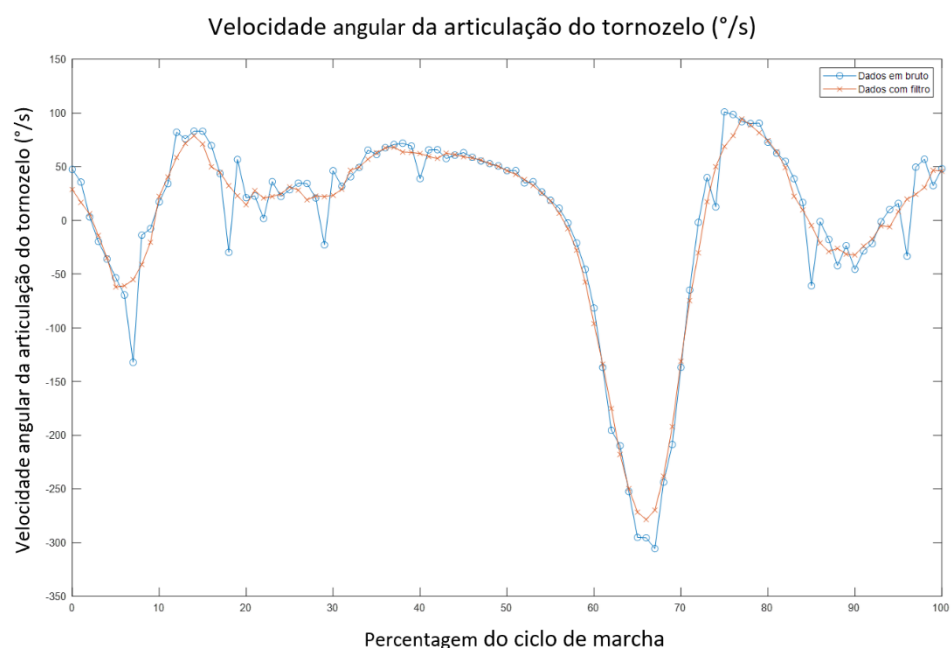


Figura 4.7: Dados em bruto e dados processados da velocidade angular da articulação do tornozelo de um participante.



#### **4.4.2. Análise estatística**

Após os ajustes realizados aos dados recebidos, foi então possível retirar os valores de interesse para se poder realizar a análise estatística pretendida.

A análise estatística dos dados foi efetuada no *software IBM SPSS Statistics*, versão 27. Para as todas as variáveis em análise foi determinada a média, desvio padrão (DP), variância, intervalo, valores mínimos e máximos.

## Apresentação e discussão de resultados

Neste capítulo apresenta-se a caracterização da amostra em estudo, bem como os resultados obtidos da análise das fases do ciclo de marcha e dos parâmetros espaço-temporais e cinemáticos do padrão de marcha.

### 5.1. Resultados obtidos

A análise estatística foi realizada numa amostra de 36 participantes. Deste modo, os resultados obtidos e as conclusões alcançadas apenas refletem uma tendência média da amostra em estudo.

#### 5.1.1. Caracterização da amostra

Como referido anteriormente foram analisados dados referentes a 36 voluntários. Destes 36 voluntários, 7 pertencem ao sexo masculino e 29 ao sexo feminino. Em termos demográficos, 16 pertencem à freguesia das Praias do Sado e 20 à freguesia de São Sebastião.

Como é visível na Figura 5.1, dos 7 indivíduos do sexo masculino 4 pertencem à freguesia das Praias do Sado e 3 à freguesia São Sebastião. Dentro dos indivíduos do sexo feminino, 12 são da freguesia Praias do Sado e 17 da freguesia São Sebastião.

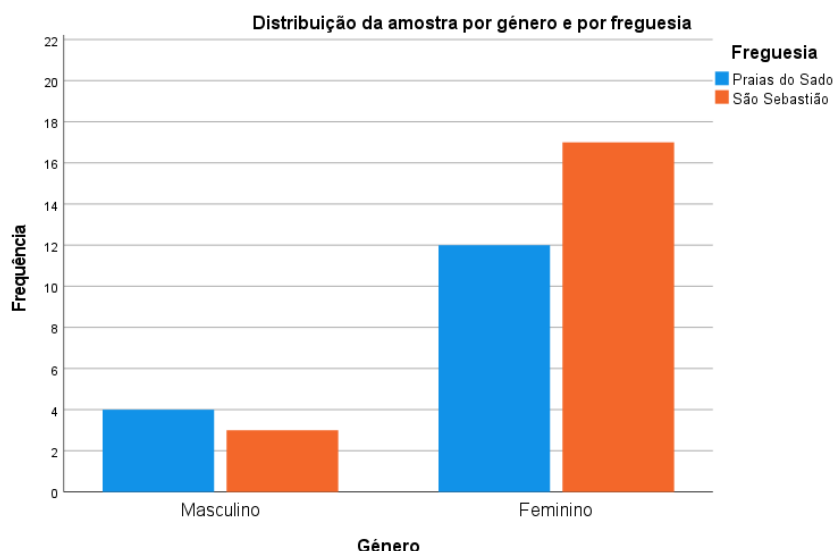


Figura 5.1: Distribuição da amostra por género e por freguesia.

A população tem uma idade média de  $(74 \pm 7)$  anos. A idade dos participantes compreende-se entre os 62 e os 91 anos. No Anexo A, encontra-se a análise estatística completa da idade dos participantes bem como a distribuição etária da população.

### 5.1.1.1. Índice de massa corporal

A amostra em estudo apresenta um IMC médio de 28,12 kg/m<sup>2</sup>. Desta forma, é possível concluir que, em média, a população em estudo apresenta excesso de peso. No entanto, não é possível extrapolar que a população idosa de Setúbal apresente excesso de peso, pois a amostra em estudo não é representativa. No Anexo A, encontra-se a análise estatística completa do IMC dos participantes.

A Figura 5.2 apresenta a distribuição do índice de massa corporal da amostra, onde é visível que metade da amostra apresenta excesso de peso. Na Figura 5.3 está evidenciado que 8 indivíduos têm um peso normal, 18 excesso de peso e 10 são considerados obesos.

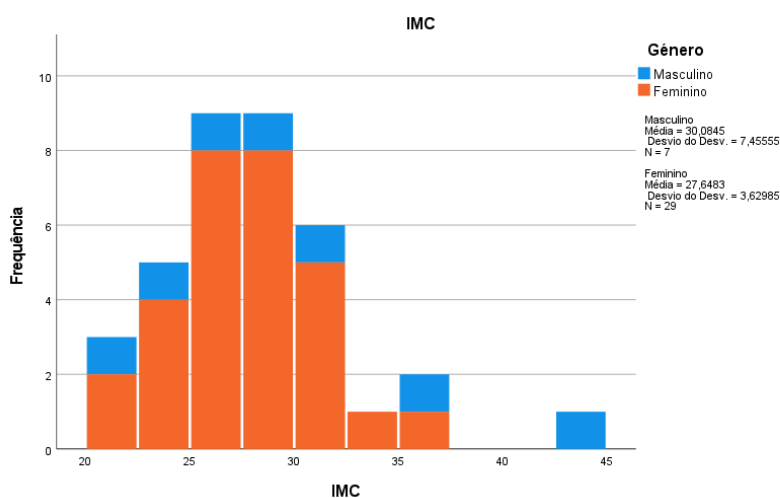


Figura 5.2: Distribuição do IMC da amostra.

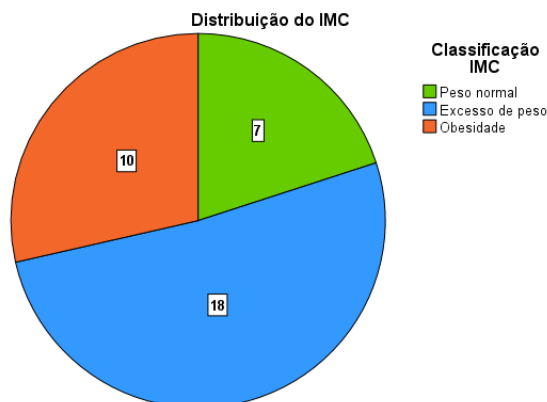


Figura 5.3: Distribuição do IMC segundo a sua classificação.

### 5.1.1.2. Força de preensão palmar

A população em estudo apresenta uma força de preensão palmar média de (20,71 ± 7,94) kgf.

Na Figura 5.4 está representada a relação entre a força de preensão palmar e a idade em função do gênero. Na amostra em estudo, há uma inclinação para que a força

da preensão palmar diminua com a idade, no entanto as retas representadas na Figura 5.4 representam apenas uma tendência.

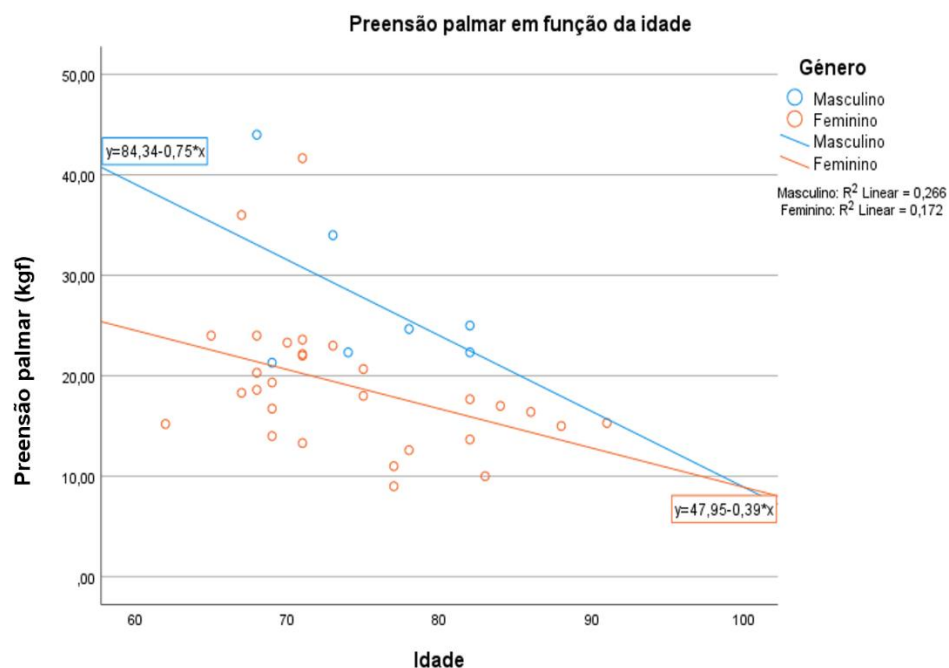


Figura 5.4: Representação gráfica da preensão palmar em função da idade e do género.

Em geral, os homens apresentam valores de força de preensão palmar mais elevados do que as mulheres. Na Tabela 5.1, está explícita a análise estatística da força da preensão palmar em função do género. Para os participantes do sexo masculino obteve-se em média uma força de preensão palmar de  $(27,66 \pm 8,37)$  kgf, e para os participantes do sexo feminino obteve-se em média  $(19,03 \pm 6,99)$  kgf. O valor obtido para os homens é ligeiramente inferior ao encontrado na literatura  $(38,73 \pm 8,07)$ kgf[30].

Tabela 5.1: Análise estatística da força de preensão palmar em função do género

		Força de preensão palmar (kgf)	
		Média	DP
Género	Masculino	27,66	8,37
	Feminino	19,03	6,99

Com o intuito de perceber se a força de preensão palmar é influenciada pelo ambiente em que se vive (urbano ou rural), estudou-se este parâmetro em função das duas freguesias em análise. Os resultados dessa análise estatística estão concentrados na Tabela 5.2. Os habitantes da freguesia das Praias do Sado apresentam uma média de força de preensão palmar de  $(20,98 \pm 8,09)$  kgf enquanto que os habitantes da freguesia de São Sebastião apresentam uma média de  $(20,49 \pm 8,03)$  kgf. Embora não tenham sido encontradas diferenças entre as freguesias em estudo, não se pode extrapolar que o ambiente em que se vive não afeta a força de preensão palmar.

Tabela 5.2: Análise estatística da força de preensão palmar em função da freguesia.

		Força de preensão palmar (kgf)	
		Média	DP
Freguesia	Praias do Sado	20,98	8,09
	São Sebastião	20,49	8,03

### 5.1.2. Caracterização do ciclo de marcha

Nos dados obtidos para análise constava a duração do ciclo de marcha do membro esquerdo e do membro direito, bem como a duração da fase de apoio e de balanço dos dois membros. Esses resultados estão condensados na Tabela 5.3 e na Tabela 5.4. Para o membro esquerdo, obteve-se uma média de  $(1,77 \pm 0,42)$  segundos para a duração da fase de apoio,  $(0,40 \pm 0,09)$  segundos para a duração da fase de balanço e uma duração média do CM de  $(2,14 \pm 0,49)$  segundos.

Tabela 5.3: Duração das fases do ciclo de marcha do membro esquerdo.

		Duração da fase de apoio do membro inferior esquerdo (s)	Duração da fase de balanço do membro inferior esquerdo (s)	Duração do ciclo de marcha do membro esquerdo (s)
N	Válido	36	36	36
	Inválido	0	0	0
Média		1,77	0,40	2,14
DP		0,42	0,09	0,49
Variância		0,17	0,01	0,24
Intervalo		2,12	0,58	2,79
Mínimo		0,93	0,29	1,24
Máximo		3,05	0,87	4,03

Para o membro direito, obteve-se uma média de  $(1,87 \pm 0,54)$  segundos para a duração da fase de apoio,  $(0,40 \pm 0,04)$  segundos para a duração da fase de balanço e uma duração média do CM de  $(2,31 \pm 0,52)$  segundos.

Tabela 5.4: Duração das fases do ciclo de marcha do membro direito.

		Duração da fase de apoio do membro inferior direito (s)	Duração da fase de balanço do membro inferior direito (s)	Duração do ciclo de marcha do membro direito (s)
N	Válido	36	36	36
	Inválido	0	0	0
Média		1,87	0,40	2,31
DP		0,54	0,04	0,52
Variância		0,29	0,00	0,26
Intervalo		2,68	0,19	2,66
Mínimo		0,79	0,31	1,19
Máximo		3,47	0,50	3,85

Após análise dos dados, conclui-se que a marcha é simétrica em ambos os

membros.

Com o intuito de perceber se a duração das fases correspondia à encontrada na literatura, calculou-se a percentagem do ciclo de marcha que correspondia a cada fase através dos valores referidos nas Tabela 5.3 e Tabela 5.4. Os resultados calculados estão expressos na Tabela 5.5. Em média, na população em estudo, a fase de apoio ocupa 82% do CM enquanto que a fase de balanço ocupa 18% do CM.

*Tabela 5.5: Fases do ciclo de marcha da população em estudo.*

	<b>Fase de apoio</b>	<b>Fase de balanço</b>	<b>Total</b>
<b>Membro Esquerdo</b>	83%	19%	101%
<b>Membro Direito</b>	81%	17%	98%
<b>Média</b>	82%	18%	100%

Estes resultados demonstram uma tendência para o prolongamento da fase de apoio nos indivíduos idosos em estudo. Consequentemente, a duração da fase de balanço é menor. Outros estudos chegaram a conclusões semelhantes para pacientes idosos.

A fase de balanço é responsável pela progressão do membro oscilante entre duas fases de apoio consecutivas, constituindo assim a base do avanço do movimento. Deste modo, a redução da fase de balanço pode resultar da diminuição do avanço do membro oscilante e da perda da força muscular. O aumento da fase de apoio pode derivar da necessidade de combater a redução da estabilidade dos membros e do tronco, própria do avanço da idade[32]. Uma maior duração da fase de apoio sugere que é necessário tempo extra após o avanço do membro oscilante para que os indivíduos idosos consigam manter a estabilidade do suporte do corpo. Assim, uma fase de apoio mais longa pode ser considerada um mecanismo de resposta ao desequilíbrio sentido pelos participantes idosos durante a marcha.

A informação analisada sobre a fase de apoio bilateral está sintetizada na Tabela 5.6. Em média a fase de apoio bilateral inicial dura ( $0,91 \pm 0,56$ ) segundos, a fase de apoio bilateral final dura ( $0,33 \pm 0,48$ ) segundos e a duração total do apoio bilateral é de ( $1,24 \pm 0,61$ ) segundos.

*Tabela 5.6: Análise estatística do apoio bilateral.*

		<b>Duração do apoio bilateral inicial (s)</b>	<b>Duração do apoio bilateral final (s)</b>	<b>Duração total do apoio bilateral (s)</b>
<b>N</b>	Válido	36	36	36
	Inválido	0	0	0
<b>Média</b>		0,91	0,33	1,24
<b>DP</b>		0,56	0,48	0,61
<b>Variância</b>		0,32	0,23	0,37
<b>Intervalo</b>		1,74	2,80	2,74
<b>Mínimo</b>		0,07	0,12	0,33
<b>Máximo</b>		1,81	2,92	3,06

Através dos dados da Tabela 5.6, calculou-se a percentagem do ciclo de marcha a que correspondia cada fase do apoio bilateral. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 5.7.

Tabela 5.7: Subfases do apoio bilateral

Apoio bilateral inicial	Apoio bilateral final	Apoio bilateral total
73%	27%	53%

Deste modo, 73% do apoio bilateral realiza-se na fase do apoio bilateral inicial e 27% do apoio bilateral realiza-se na fase de apoio bilateral final. Uma vez que os valores do apoio bilateral fornecidos para análise estavam normalizados para o membro direito, para se calcular a percentagem do apoio bilateral total durante o CM utilizou-se a duração do CM do membro direito referida na Tabela 5.4. No entanto, o valor obtido foi muito mais elevado do que o valor esperado. Normalmente, a fase de apoio bilateral de um indivíduo corresponde a 20% do CM, sendo que o valor obtido foi de 53%. O apoio de marcha bilateral insere-se dentro da fase de apoio e esta também foi aumentada. A longa duração da fase de apoio bilateral contribui para o equilíbrio durante a marcha e pode ser considerada uma característica adaptativa dos indivíduos idosos em resposta à dificuldade de equilíbrio[33].

### 5.1.3. Parâmetros espaço-temporais

Com o intuito de caracterizar o padrão de marcha da população idosa de Setúbal foi realizada uma análise dos parâmetros espaço-temporais da marcha.

#### 5.1.3.1. Velocidade da marcha

Para analisar a velocidade da marcha, para além dos dados recolhidos através do equipamento *Xsens*, foi pedido aos voluntários que realizassem o teste de marcha de 6 minutos (TM6m). Neste exercício, os participantes tinham de andar em velocidade normal de marcha, num percurso direito e balizado, acompanhados por um investigador, durante seis minutos consecutivos.

Na Tabela 5.8 encontram-se os resultados obtidos, onde a velocidade da marcha corresponde à velocidade obtida através da utilização do equipamento *Xsens*.

Tabela 5.8: Análise estatística da velocidade da marcha e da velocidade do TM6m

		Velocidade da marcha (m/s)	Velocidade do TM6m (m/s)
N	Válido	36	36
	Inválido	0	0
Média		0,52	1,17
DP		0,15	0,24
Variância		0,02	0,06
Intervalo		0,55	1,04
Mínimo		0,27	0,57
Máximo		0,82	1,61

Constatou-se que com o equipamento *Xsens* os participantes em média tinham uma velocidade de marcha de  $(0,52 \pm 0,15)$  (m/s) e durante o TM6m a velocidade de marcha foi de  $(1,17 \pm 0,24)$  (m/s). Estes resultados indicam que durante o TM6m os participantes andaram mais rápido do que quando tinham os sensores do equipamento

*Xsens* colocados. Embora o equipamento não limite os movimentos do corpo, não deixa de ser uma restrição e deste modo os participantes andam mais devagar. Outro aspeto relevante é o impacto psicológico que a utilização deste equipamento tem nos indivíduos idosos. Ao saberem que estão a ser avaliados e quererem realizar os movimentos o mais perfeito possível, acabam por diminuir a velocidade a que se movimentam.

De salientar que a recolha com o equipamento *Xsens* demorou 1 minuto, enquanto o TM6m demorou 6 minutos. Desta forma, o TM6m reflete o ritmo natural da passada, uma vez que a duração do teste permitiu que os participantes descontraíssem durante a sua execução.

Verifica-se que a velocidade da marcha é diminuída face aos valores encontrados na literatura para adultos. Este resultado está em concordância com outros estudos efetuados que concluíram que esta redução da velocidade é causada maioritariamente pela diminuição do comprimento da passada associada ao envelhecimento[33].

A Figura 5.5 representa uma tendência para a velocidade da marcha diminuir em função da idade. A reta apresentada pretende apenas demonstrar essa tendência. No entanto, este resultado obtido está de acordo com o que se encontrou na literatura. Esta redução da velocidade de marcha pode também ser explicada pela perda de força e massa muscular que os indivíduos idosos apresentam[34].

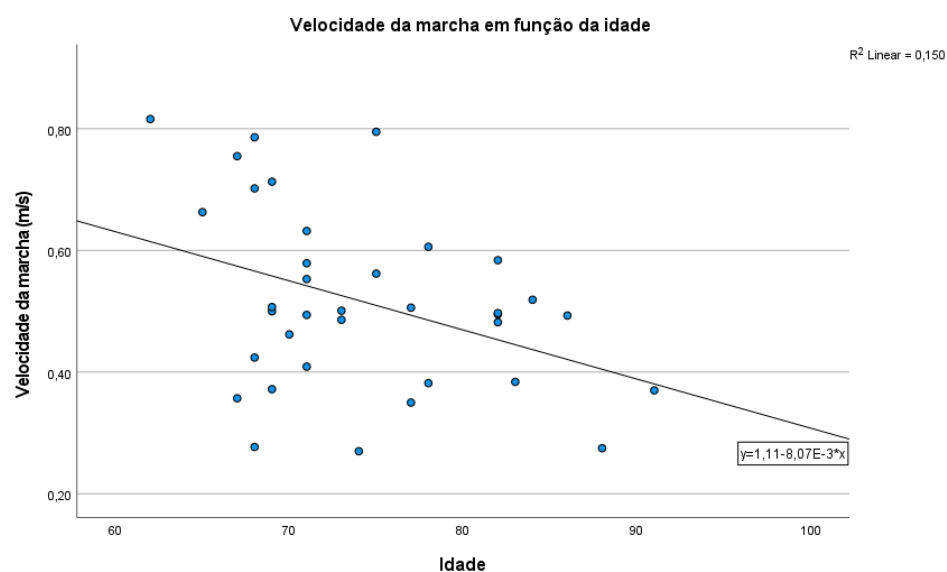


Figura 5.5: Representação gráfica da velocidade da marcha em função da idade.

Com o intuito de perceber se a velocidade da marcha da população em estudo é afetada pelo género ou pela área residencial foi realizada uma análise estatística cujos resultados constam na Tabela 5.9. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas nesta população.



Tabela 5.9: Análise da velocidade da marcha em função do género e da freguesia.

		Velocidade da marcha (m/s)		Velocidade do TM6m (m/s)	
		Média	DP	Média	DP
<b>Género</b>	Masculino	0,50	0,16	1,22	0,16
	Feminino	0,52	0,15	1,15	0,26
<b>Freguesia</b>	Praias do Sado	0,49	0,14	1,14	0,20
	São Sebastião	0,53	0,15	1,19	0,28

A velocidade da marcha considerada na análise dos restantes resultados é a obtida através do equipamento *Xsens*, uma vez que todos os outros parâmetros em análise foram recolhidos por este aparelho.

A Figura 5.6 mostra a relação entre o índice de massa corporal e a velocidade da marcha. A reta apresentada apenas pretende mostrar que existe uma tendência para a velocidade da marcha diminuir em função do IMC. No entanto, é possível perceber que existe uma grande dispersão e que o IMC não se relaciona significativamente com a velocidade da marcha.

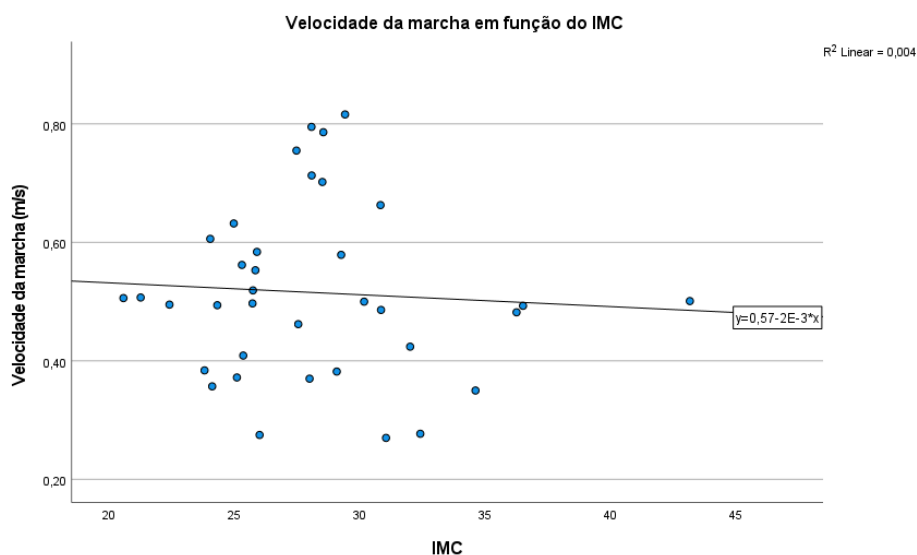


Figura 5.6: Representação gráfica da velocidade da marcha em função do IMC.

### 5.1.3.2. Comprimento e duração da passada

Na Tabela 5.10 estão sintetizados os valores obtidos para o comprimento e duração da passada. Para a população em estudo o comprimento da passada é de  $(1,09 \pm 0,17)$  metros e dura  $(2,22 \pm 0,47)$  segundos. Salienta-se que estes parâmetros dependem fortemente das dimensões antropométricas dos indivíduos.

Tabela 5.10: Análise estatística do comprimento e duração da passada.

		Comprimento da passada (m)	Duração da passada (s)
N	Válido	36	36
	Inválido	0	0
Média		1,09	2,22
DP		0,17	0,47
Variância		0,03	0,22
Intervalo		0,72	2,56
Mínimo		0,73	1,39
Máximo		1,44	3,95

Estes valores são menores quando comparados com valores de referência para adultos que, em média, apresentam um comprimento da passada de 1,41 metros[9].

A Figura 5.7 apresenta o comprimento da passada em função da idade. A reta apenas demonstra uma tendência, onde se observa que o comprimento da passada diminuiu com a idade. Esta tendência era esperada, uma vez que se verificou uma redução da velocidade da marcha com a idade.

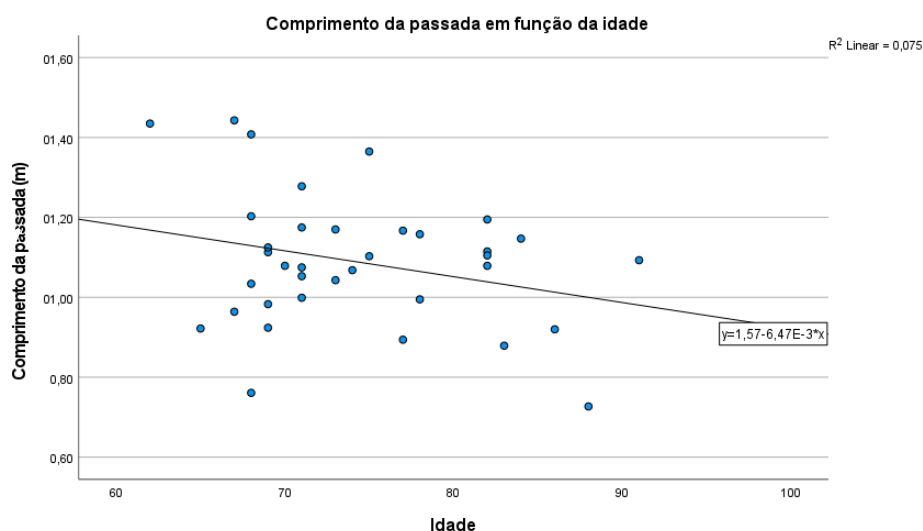


Figura 5.7: Representação gráfica do comprimento da passada em função da idade.

A Figura 5.8 representa a duração da passada em função da idade. A reta apenas demonstra uma tendência, onde se observa que a duração da passada aumenta com o aumento da idade. Analogamente à interpretação realizada sobre o comprimento da passada, era expectável obter este resultado, uma vez que a velocidade da marcha também diminui com a idade.

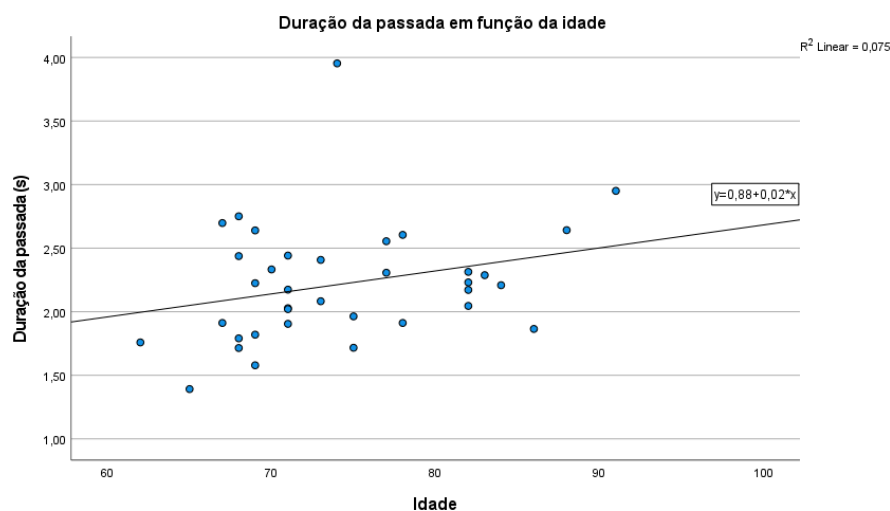


Figura 5.8: Representação gráfica da duração da passada em função da idade.

A Tabela 5.11 sintetiza os resultados em função do género e da freguesia. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas nesta população.

Tabela 5.11: Análise estatística do comprimento e duração da passada.

		Comprimento da passada (m)		Duração da passada (s)	
		Média	DP	Média	DP
<b>Género</b>	Masculino	1,13	0,14	2,42	0,73
	Feminino	1,08	0,17	3,17	0,38
<b>Freguesia</b>	Praias do Sado	1,09	0,15	2,33	0,53
	São Sebastião	1,09	0,18	2,13	0,40

### 5.1.3.3. Largura do passo

A Tabela 5.12 condensa os resultados obtidos para a largura do passo. Em média, a largura do passo da população em estudo é de  $(0,19 \pm 0,06)$  metros. De notar, que este parâmetro depende fortemente das dimensões antropométricas dos participantes.

Tabela 5.12: Análise estatística da largura do passo.

		Largura do passo (m)
<b>N</b>	Válido	36
	Inválido	0
<b>Média</b>		0,19
<b>DP</b>		0,06
<b>Intervalo</b>		0,27
<b>Mínimo</b>		0,07
<b>Máximo</b>		0,33

Em média, os indivíduos idosos do sexo masculino apresentam uma largura do passo de 0,10 metros, e os do sexo feminino exibem uma largura do passo de 0,079 metros[35]. Assim, os valores obtidos são ligeiramente superiores aos revistos na

literatura. A largura do passo é um fator importante para manter o equilíbrio durante a marcha e o aumento deste parâmetro é interpretado como uma adaptação realizada pelos idosos para prevenir as quedas[35].

A Figura 5.9 representa a largura do passo em função da idade. Os valores são bastante dispersos, não sendo possível notar nenhuma tendência da largura do passo em função da idade.

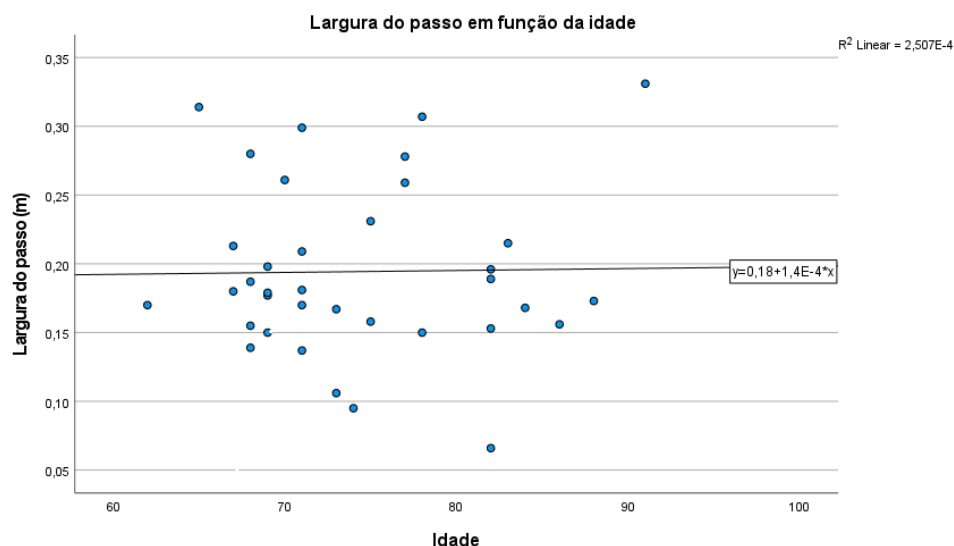


Figura 5.9: Representação gráfica da largura do passo em função da idade.

#### 5.1.3.4. Comprimento e duração do passo

A Tabela 5.13 apresenta os resultados obtidos para o comprimento e duração do passo esquerdo e direito dos participantes. Após análise dos resultados, considera-se que o padrão de marcha dos participantes é simétrico. Não se verificaram diferenças significativas entre o lado esquerdo e o lado direito, nem para o comprimento, nem para a duração dos passos. Ressalva-se, que este parâmetro depende fortemente das dimensões antropométricas dos indivíduos.

Tabela 5.13: Análise estatística do comprimento e duração do passo esquerdo e do direito.

		Comprimento do passo esquerdo (m)	Comprimento do passo direito (m)	Duração do passo esquerdo (s)	Duração do passo direito (s)
N	Válido	36	36	36	36
	Inválido	0	0	0	0
Média		0,21	0,15	1,32	0,74
DP		0,19	0,46	0,56	0,49
Variância		0,04	0,03	0,31	0,24
Intervalo		0,71	0,64	1,89	2,87
Mínimo		0,00	0,00	0,36	0,44
Máximo		0,71	0,64	2,25	3,31

A Figura 5.10 representa o comprimento do passo esquerdo e direito em função da idade. No entanto, face ao DP das variáveis em estudo não é possível retirar nenhuma conclusão. As retas apenas representam uma tendência.

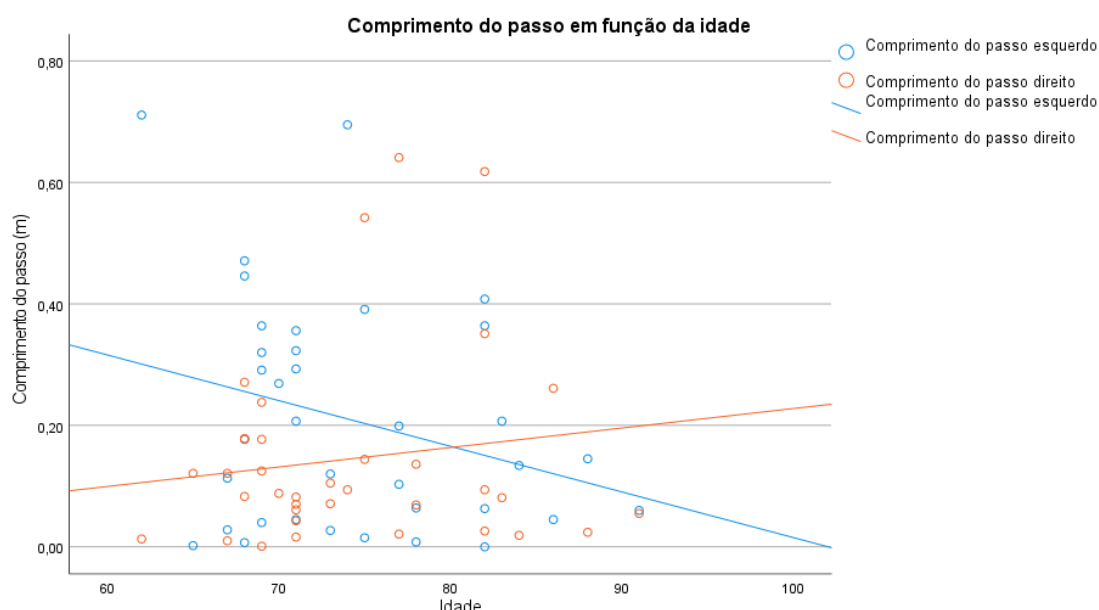


Figura 5.10: Representação gráfica do comprimento do passo em função da idade.

#### 5.1.3.5. Cadência

A Tabela 5.14 condensa os resultados relativos à cadência. Em média, a cadência esquerda para a população em estudo é de  $(88 \pm 20)$  passos por minuto enquanto que a cadência direita é de  $(97 \pm 16)$  passos por minutos. Após a análise dos resultados, conclui-se que o padrão de marcha é simétrico, pois tendo em conta o DP associado, a diferença entre a cadência da perna esquerda e da perna direita não é significativa. Salienta-se que este parâmetro depende fortemente das dimensões antropométricas dos indivíduos.

Tabela 5.14: Análise estatística da cadência.

		<b>Cadência esquerda (passos/min)</b>	<b>Cadência direita (passos/min)</b>
<b>N</b>	Válido	36	36
	Inválido	0	0
<b>Média</b>		88	97
<b>DP</b>		20	16
<b>Variância</b>		405	243
<b>Intervalo</b>		102	68
<b>Mínimo</b>		65	68
<b>Máximo</b>		168	136

Da análise efetuada, resulta que a população idosa em estudo apresenta uma cadência menor à do valor médio da cadência num adulto, que é de 113 passos por minuto[9]. Este resultado está em conformidade com os estudos que determinaram que a cadência diminui com a idade. Isto decorre da degeneração do controlo do equilíbrio

associado a uma perda geral de força muscular[36].

Na Figura 5.11 está evidenciada a propensão da diminuição da cadência em função da idade. No entanto, na amostra em estudo esta relação não é significativa.

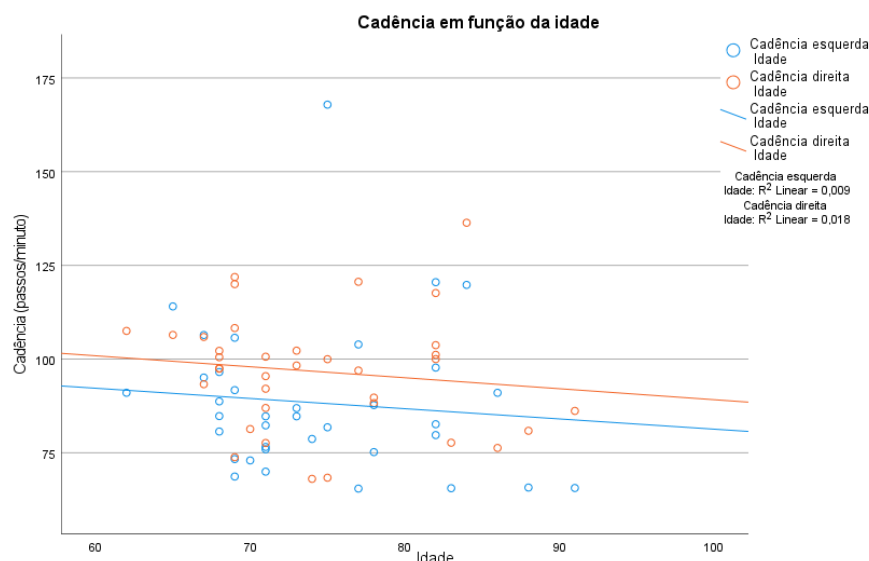


Figura 5.11: Representação gráfica da cadência em função da idade.

#### 5.1.4. Parâmetros cinemáticos

Os parâmetros cinemáticos analisados são o movimento angular das articulações do tornozelo, do joelho e da anca e as respectivas velocidades angulares.

##### 5.1.4.1. Movimento angular da articulação da anca

De forma a caracterizar o movimento angular da articulação da anca, analisou-se o pico máximo da flexão e o pico máximo da extensão da articulação. Na Tabela 5.15 encontram-se os resultados obtidos para o lado esquerdo e direito da anca.

Em comparação com os valores de referência para adultos, não se verificam diferenças no pico máximo de flexão. No entanto, a amplitude da extensão diminui face aos valores de referência para adultos[23].

Esta redução do pico de extensão pode ser um mecanismo primário subjacente à diminuição do comprimento da passada e da velocidade de marcha verificada nos indivíduos idosos em estudo. Alternativamente, a própria diminuição do comprimento da passada pode ser a causa inicial da redução do pico de extensão da anca, talvez como compensação de um mau equilíbrio[37]. Porém, tendo em consideração o desvio padrão associado a estes dados, estas tendências não têm significado.

Tabela 5.15: Análise estatística do pico da flexão e do pico da extensão da anca esquerda e direita.

		<b>Pico da flexão da anca esquerda (°)</b>	<b>Pico da extensão da anca esquerda(°)</b>	<b>Pico da flexão da anca direita (°)</b>	<b>Pico da extensão da anca direita (°)</b>
<b>N</b>	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
<b>Média</b>		28,10	-2,35	30,01	-1,57
<b>DP</b>		6,19	4,96	6,64	5,19
<b>Variância</b>		38,32	24,60	44,03	26,88
<b>Intervalo</b>		26,14	24,13	28,62	27,05
<b>Mínimo</b>		16,55	-13,25	18,06	-12,72
<b>Máximo</b>		42,70	10,88	46,69	14,34

Após observação dos resultados, pode-se concluir que o comportamento das articulações da anca esquerda e direita é simétrico.

Com o intuito de se tentar perceber se o movimento angular das articulações era afetado pelo género ou pela freguesia, fez-se uma análise estatística cujos resultados estão presentes na Tabela 5.16 e na Tabela 5.17.

Tabela 5.16: Análise estatística da articulação da anca esquerda por género e freguesia.

	<b>Género</b>		<b>Freguesia</b>	
	Masculino	Feminino	Praias do Sado	São Sebastião
	Média	Média	Média	Média
<b>Pico da flexão da anca esquerda (°)</b>	25,05	28,87	29,06	27,39
<b>DP (°)</b>	3,54	2,74	2,52	3,18
<b>% do CM</b>	50,00	48,00	50,00	47,00
<b>Pico da extensão da anca esquerda (°)</b>	-3,96	-1,95	-2,47	-2,27
<b>DP (°)</b>	1,83	2,37	1,42	2,89
<b>% do CM</b>	3,43	4,18	2,80	4,95

Tabela 5.17: Análise estatística da articulação da anca direita por género e freguesia.

	<b>Género</b>		<b>Freguesia</b>	
	Masculino	Feminino	Praias do Sado	São Sebastião
	Média	Média	Média	Média
<b>Pico da flexão da anca direita (°)</b>	28,35	30,42	30,74	29,45
<b>DP (°)</b>	1,61	1,85	1,64	1,93
<b>% do CM</b>	96,00	98,00	97,00	98,00
<b>Pico da extensão da anca direita (°)</b>	-3,30	-1,14	-0,88	-2,10
<b>DP (°)</b>	4,65	5,00	5,27	4,68
<b>% do CM</b>	60,57	58,43	58,07	59,45

Após análise dos resultados, não se observam diferenças significativas nem entre os dois géneros, nem entre as duas freguesias, para nenhuma das articulações.

### Anca esquerda

A Tabela 5.18 condensa os resultados obtidos em relação aos picos máximos da flexão e extensão da articulação da anca esquerda e a respetiva percentagem do ciclo de marcha onde os picos ocorrem. De notar que o membro esquerdo apresenta um desfaseamento na percentagem do ciclo de marcha de 50% em relação ao membro direito.

Nesta análise a amostra é de 35 participantes, pois um dos dados, devido à falta de bateria do sensor no momento de recolha, ficou sem significado.

O pico da flexão da anca esquerda é de  $(28,10^{\circ} \pm 6,19^{\circ})$  e ocorre em média a 48% do CM. O pico da extensão da anca esquerda é de  $(-2,35^{\circ} \pm 4,96^{\circ})$  e ocorre em média a 4% do CM.

Tabela 5.18: Percentagem do CM associada aos picos de flexão e extensão da anca esquerda.

		<b>Pico da flexão da anca esquerda (°)</b>	<b>% do CM</b>	<b>Pico da extensão da anca esquerda (°)</b>	<b>% do CM</b>
<b>N</b>	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
<b>Média</b>		28,10	48	-2,35	4
<b>DP</b>		6,19	8,28	4,96	3,97
<b>Variância</b>		38,32	68,55	24,60	15,80
<b>Intervalo</b>		26,14	29,00	24,13	14,00
<b>Mínimo</b>		16,55	33,00	-13,25	0,00
<b>Máximo</b>		42,70	62,00	10,88	14,00

Na Figura 5.12 apresenta-se a variação do pico da flexão da anca esquerda em função da velocidade da marcha e do género. É possível observar que à medida que a velocidade da marcha aumenta o pico da flexão da anca esquerda aumenta para os indivíduos do sexo feminino e diminuiu para os indivíduos do sexo masculino. No



entanto, as retas presentes na Figura 5.12 apenas indicam uma tendência.

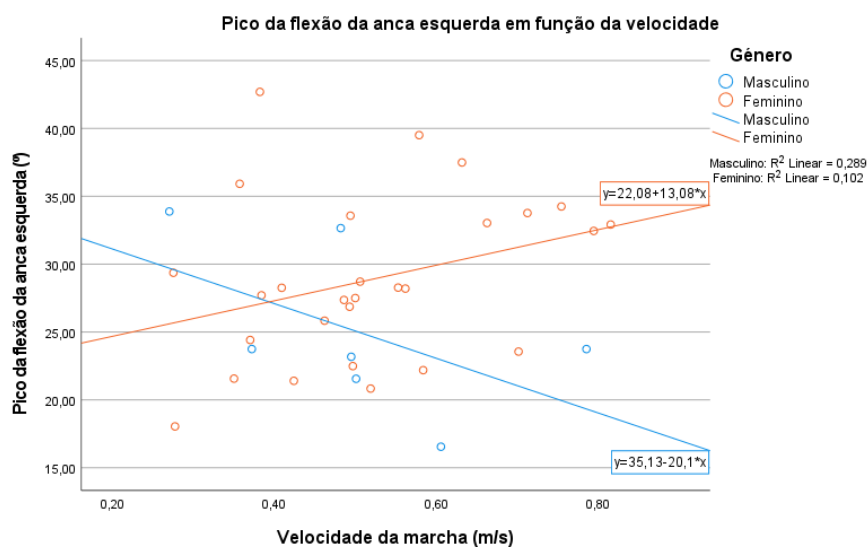


Figura 5.12: Representação gráfica do pico da flexão da anca esquerda em função da velocidade da marcha e do gênero.

Na Figura 5.13 apresenta-se a variação do pico da extensão da anca esquerda em função da velocidade da marcha e do gênero. É possível observar que à medida que a velocidade da marcha aumenta nos indivíduos do sexo masculino a amplitude da extensão tem tendência para aumentar. Face aos resultados obtidos não é possível retirar nenhuma conclusão para os indivíduos do sexo feminino.

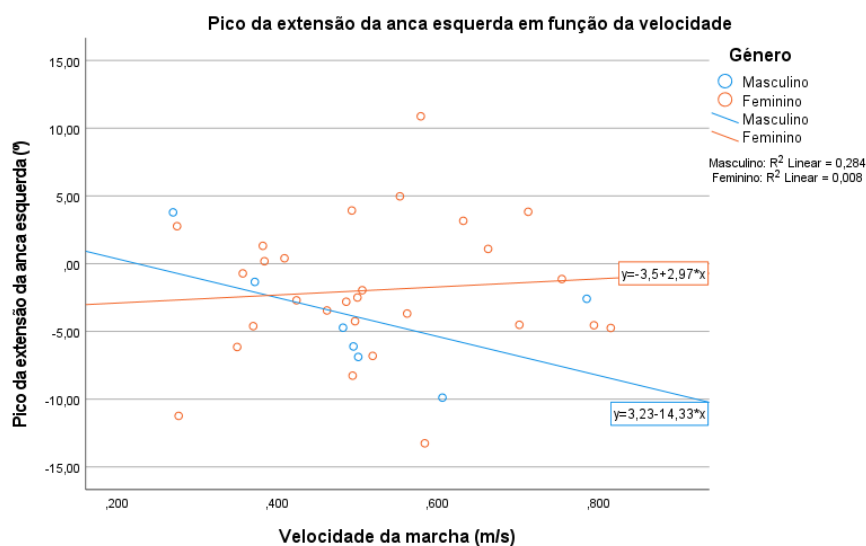


Figura 5.13: Representação gráfica do pico da extensão da anca esquerda em função da velocidade da marcha e do gênero.

Na Figura 5.14 apresenta-se a variação do pico da flexão da anca esquerda em função da idade e do gênero. É possível observar que à medida que a idade aumenta o pico da flexão da anca aumenta para os indivíduos do sexo masculino e diminui para os indivíduos do sexo feminino. No entanto, as retas presentes na Figura 5.14 apenas indicam uma tendência.

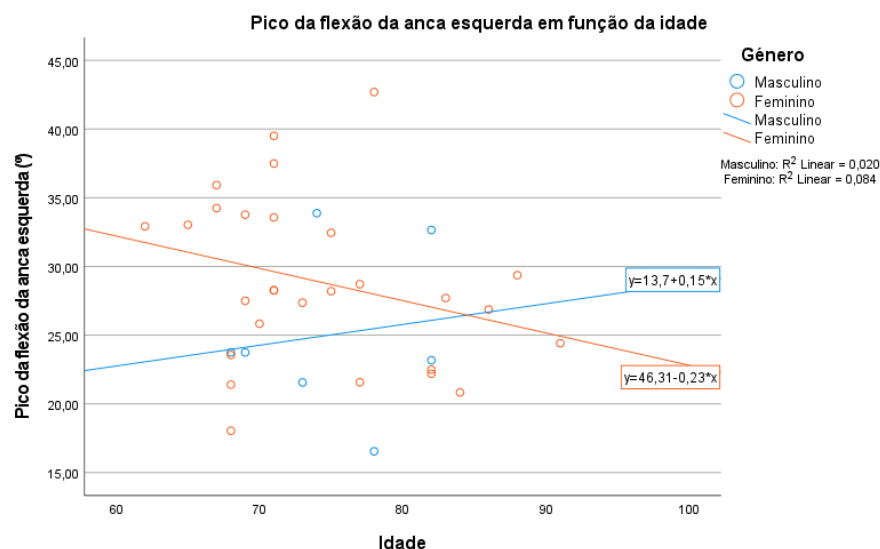


Figura 5.14: Representação gráfica do pico da flexão da anca esquerda em função da idade e do gênero.

Na Figura 5.15 encontra-se representada a relação do pico da extensão da anca esquerda com a idade e do gênero. Há uma tendência para o pico da extensão diminuir em função da idade.

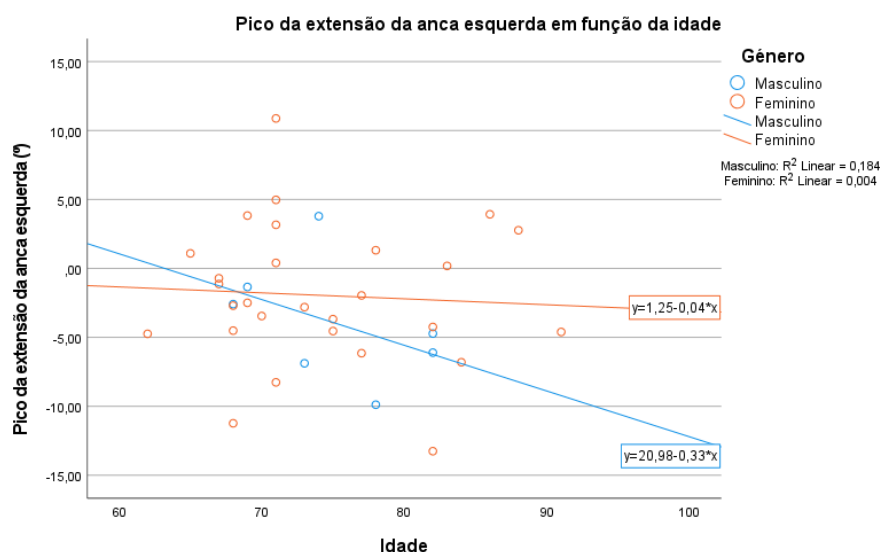


Figura 5.15: Representação gráfica do pico da extensão da anca esquerda em função da idade e do gênero.

## Anca Direita

A Tabela 5.19 condensa os resultados obtidos em relação aos picos máximos da flexão e extensão da articulação da anca direita e a respetiva percentagem do ciclo de marcha onde os picos ocorrem.

O pico da flexão da anca direita é de  $(30,01 \pm 6,64^\circ)$  e ocorre em média a 98% do CM. O pico da extensão da anca direita é de  $(-1,57 \pm 5,19^\circ)$  e ocorre em média a 59% do CM.

Tabela 5.19: Percentagem do CM associada aos picos de flexão e extensão da anca direita.

		Pico da flexão da anca direita (°)	% do CM	Pico da extensão da anca direita (°)	% do CM
N	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
Média		30,01	98	-1,57	59
DP		6,64	3,98	5,19	3,99
Variância		44,03	15,83	26,88	15,95
Intervalo		28,62	14,00	27,05	17,00
Mínimo		18,06	86,00	-12,72	49,00
Máximo		46,69	100,00	14,34	66,00

Na Figura 5.16 apresenta-se a variação do pico da flexão da anca direita em função da velocidade da marcha e do género. Há uma propensão para o pico da flexão da anca direita aumentar com a velocidade da marcha. As retas presentes na Figura 5.16 apenas indicam uma tendência.

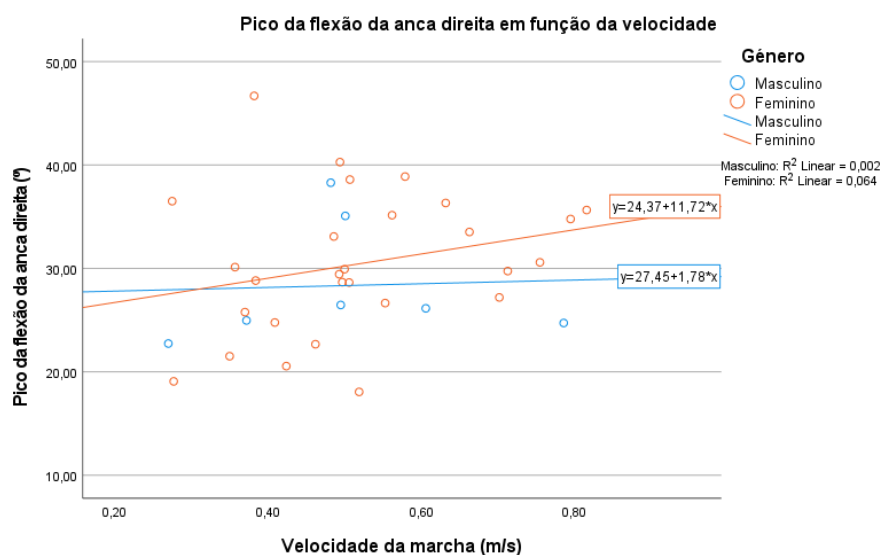


Figura 5.16: Representação gráfica do pico da flexão da anca direita em função da velocidade da marcha e do género.

Na Figura 5.17 está representado o pico da extensão da anca direita em função da velocidade da marcha e do género. Nos indivíduos do sexo masculino existe uma propensão para o pico da extensão da anca direita diminuir com a velocidade da marcha. Para os indivíduos do sexo feminino observa-se o inverso.

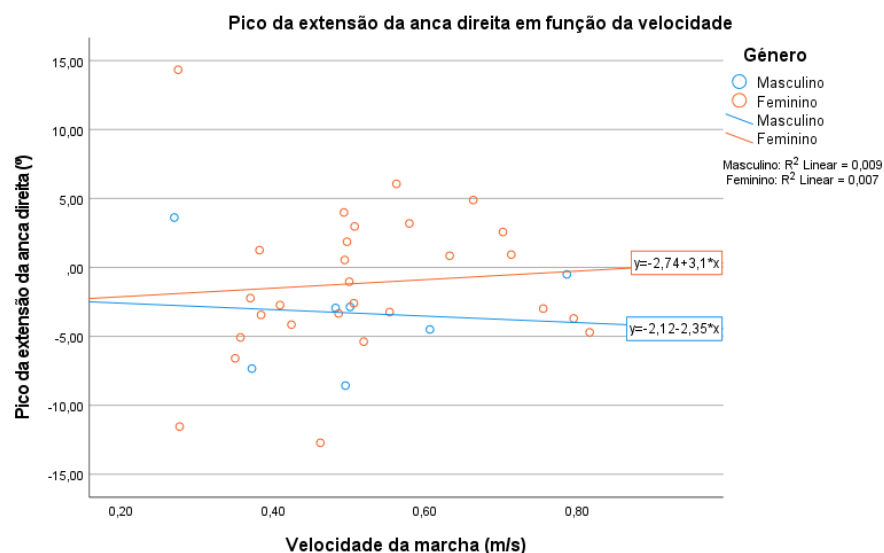


Figura 5.17: Representação gráfica do pico da extensão da anca direita em função da velocidade da marcha e do gênero.

Na Figura 5.18 está representado o pico da flexão da anca direita em função da idade e do gênero. Observa-se uma tendência para os indivíduos do sexo masculino aumentarem o pico da flexão da anca direita com a idade ao invés dos indivíduos do sexo feminino.

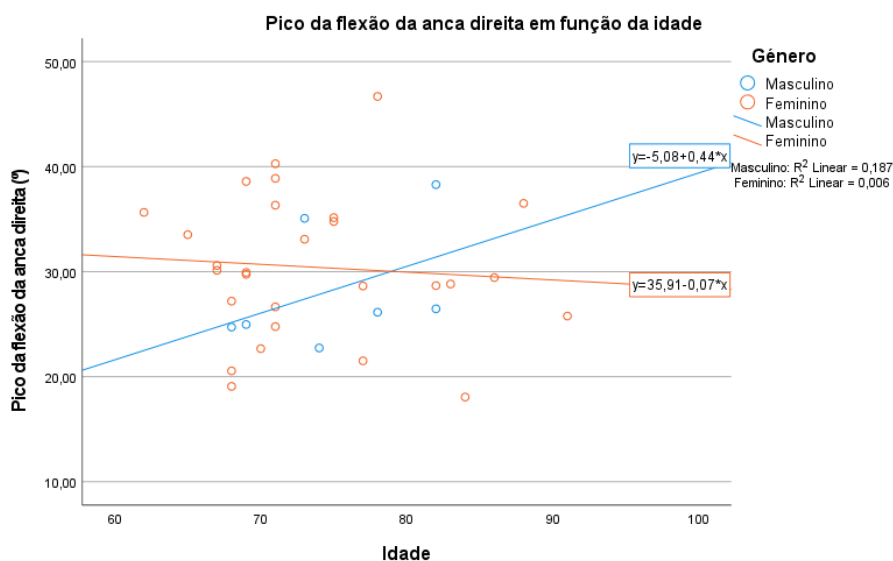


Figura 5.18: Representação gráfica do pico da flexão da anca direita em função da idade e do gênero.

Na Figura 5.19 está representado o pico da extensão da anca direita em função da idade e do gênero. Observa-se uma tendência para os indivíduos do sexo masculino diminuírem o pico da extensão da anca direita com a idade ao invés dos indivíduos do sexo feminino.

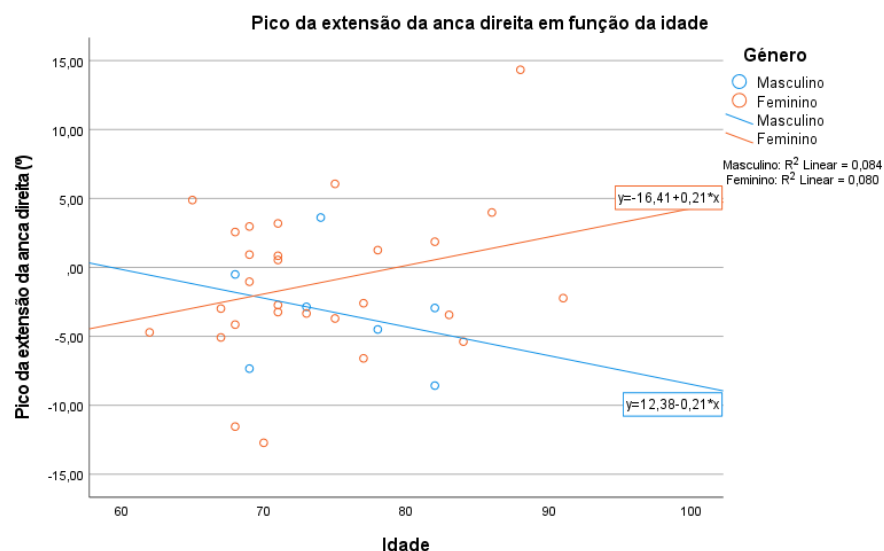


Figura 5.19: Representação gráfica do pico da extensão da anca direita em função da idade e do gênero.

#### 5.1.4.2. Movimento angular da articulação do joelho

De forma a caracterizar o movimento angular da articulação do joelho, analisou-se o pico máximo da flexão e o pico máximo da extensão da articulação. O pico máximo da extensão refere-se ao valor máximo de extensão verificado imediatamente antes do pico máximo de flexão.

Na Tabela 5.20 encontram-se os resultados obtidos para os dois joelhos.

Em comparação com os valores de referência para adultos, observa-se uma diminuição da média do pico da flexão do joelho. Não se observam diferenças significativas da média da extensão máxima do joelho em comparação com valores de referência para adultos[23].

A flexão do joelho é essencial para levantar o pé oscilante na fase de balanço. Com o avanço da idade esta articulação torna-se mais rígida, diminuindo assim a sua capacidade de flexão. Em adição, a reduzida flexão plantar do tornozelo verificada implica uma redução da amplitude de flexão do joelho. No entanto, face ao desvio padrão associado a estes dados, estas tendências não têm significado.

Tabela 5.20: Análise estatística do pico da flexão e do pico da extensão do joelho esquerdo e direito.

		Pico da flexão do joelho esquerdo (°)	Pico da extensão do joelho esquerdo (°)	Pico da flexão do joelho direito(°)	Pico da extensão do joelho direito (°)
N	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
Média		46,22	5,16	46,95	4,46
DP		7,44	5,05	9,93	6,18
Variância		55,35	25,47	98,64	38,17
Intervalo		30,78	27,89	43,83	29,65
Mínimo		32,84	-4,66	28,96	-6,85
Máximo		63,62	23,23	72,79	22,80

Após observação dos resultados, pode-se concluir que o comportamento das articulações dos joelhos esquerdo e direito é simétrico.

Com o intuito de se tentar perceber se o movimento angular das articulações era afetado pelo género ou pela freguesia fez-se uma análise estatística cujos resultados estão presentes na Tabela 5.21 e na Tabela 5.22.

*Tabela 5.21: Análise estatística da articulação do joelho esquerdo por género e freguesia.*

	<b>Género</b>		<b>Freguesia</b>	
	Masculino	Feminino	Praias do Sado	São Sebastião
	Média	Média	Média	Média
<b>Pico da flexão do joelho esquerdo (°)</b>	43,51	46,89	47,03	45,60
<b>DP (°)</b>	8,40	11,20	6,94	13,42
<b>% do CM</b>	24,00	27,00	25,00	27,00
<b>Pico da extensão do joelho esquerdo (°)</b>	1,92	5,97	4,25	5,84
<b>DP (°)</b>	0,98	1,66	1,49	1,550
<b>% do CM</b>	0,00	0,00	0,00	0,00

*Tabela 5.22: Análise estatística da articulação do joelho direito por género e freguesia.*

	<b>Género</b>		<b>Freguesia</b>	
	Masculino	Feminino	Praias do Sado	São Sebastião
	Média	Média	Média	Média
<b>Pico da flexão do joelho direito (°)</b>	45,66	47,27	46,47	47,31
<b>DP (°)</b>	4,90	10,45	6,93	11,14
<b>% do CM</b>	76,00	76,00	77,00	76,00
<b>Pico da extensão do joelho direito (°)</b>	1,38	5,23	2,97	5,57
<b>DP (°)</b>	1,72	2,01	1,87	2,02
<b>% do CM</b>	48,57	46,43	46,33	47,25

Após análise dos resultados não se observam diferenças significativas nem entre os dois géneros, nem entre as duas freguesias, para nenhuma das articulações.

### **Joelho esquerdo**

A Tabela 5.23 condensa os resultados obtidos em relação aos picos máximos da flexão e extensão da articulação do joelho esquerdo e a respetiva percentagem do ciclo de marcha onde os picos ocorrem. De notar que o membro esquerdo apresenta um desfaseamento na percentagem do ciclo de marcha de 50% em relação ao membro direito.

Nesta análise a amostra é de 35 participantes, pois um dos dados, devido à falta de bateria do sensor no momento de recolha, ficou sem significado.

O pico da flexão do joelho esquerdo é de  $(46,22^{\circ} \pm 7,44^{\circ})$  e ocorre em média a 27% do CM. O pico da extensão do joelho esquerdo é de  $(5,16^{\circ} \pm 5,05^{\circ})$  e ocorre em média a

0% do CM.

Tabela 5.23: Percentagem do CM associada aos picos de flexão e extensão do joelho esquerdo.

		Pico da flexão do joelho esquerdo (°)	% do CM	Pico da extensão do joelho esquerdo (°)	% do CM
N	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
Média		46,22	27	5,16	0
DP		7,44	3,55	5,05	0,00
Variância		55,35	12,06	25,47	0,00
Intervalo		30,78	14,00	27,89	0,00
Mínimo		32,84	19,00	-4,66	0,00
Máximo		63,62	33,00	23,23	0,00

Na Figura 5.20 apresenta-se a variação do pico da flexão do joelho esquerdo em função da velocidade da marcha e do género. É possível observar que à medida que a velocidade da marcha aumenta o pico da flexão do joelho esquerdo aumenta também. No entanto, as retas presentes na Figura 5.20 apenas indicam uma tendência.

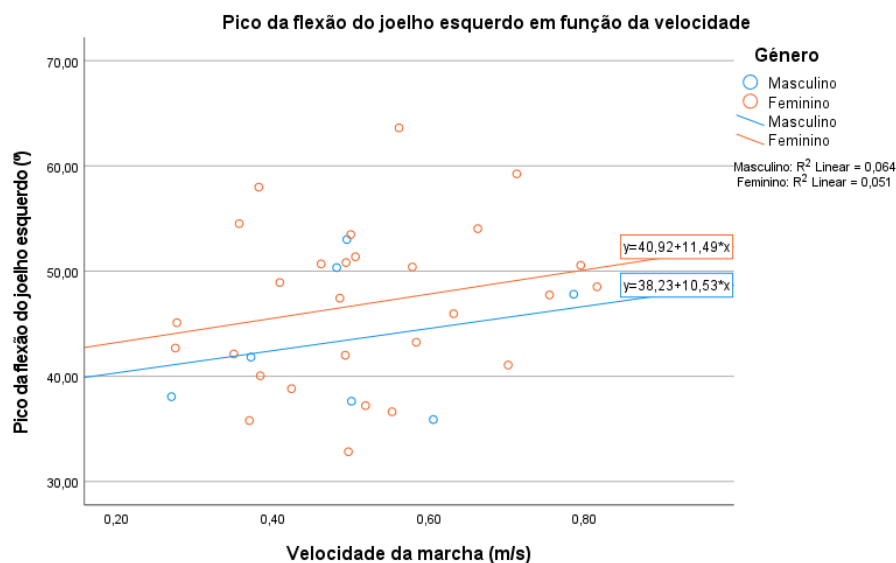


Figura 5.20: Representação gráfica do pico da flexão do joelho esquerdo em função da velocidade da marcha e do género.

Na Figura 5.21 apresenta-se a variação do pico da extensão do joelho esquerdo em função da velocidade da marcha e do género. É possível observar que à medida que a velocidade da marcha aumenta o pico da extensão tem tendência para aumentar, reduzindo assim a amplitude da extensão.

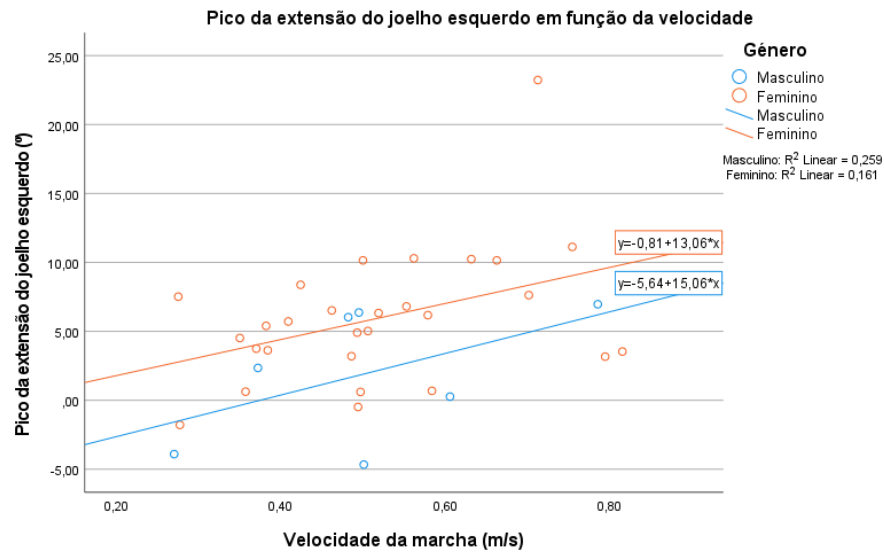


Figura 5.21: Representação gráfica do pico da extensão do joelho esquerdo em função da velocidade da marcha.

Na Figura 5.22 apresenta-se a variação do pico da flexão do joelho esquerdo em função da idade e do gênero. É possível observar que à medida que a idade aumenta o pico da flexão do joelho aumenta para os indivíduos do sexo masculino e diminui para os indivíduos do sexo feminino. No entanto, as retas presentes na Figura 5.22 apenas indicam uma tendência.

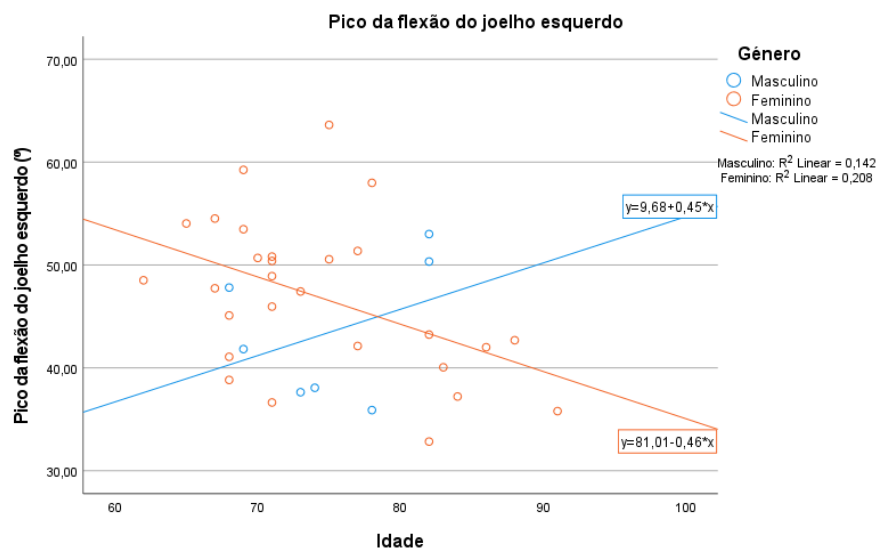


Figura 5.22: Representação gráfica do pico da flexão do joelho esquerdo em função da idade e do gênero.

Na Figura 5.23 encontra-se representada a relação do pico da extensão do joelho esquerdo com a idade e do gênero. Nos indivíduos do sexo masculino há uma tendência para o pico da extensão aumentar em função da idade, enquanto nos indivíduos do sexo feminino se verifica o contrário.



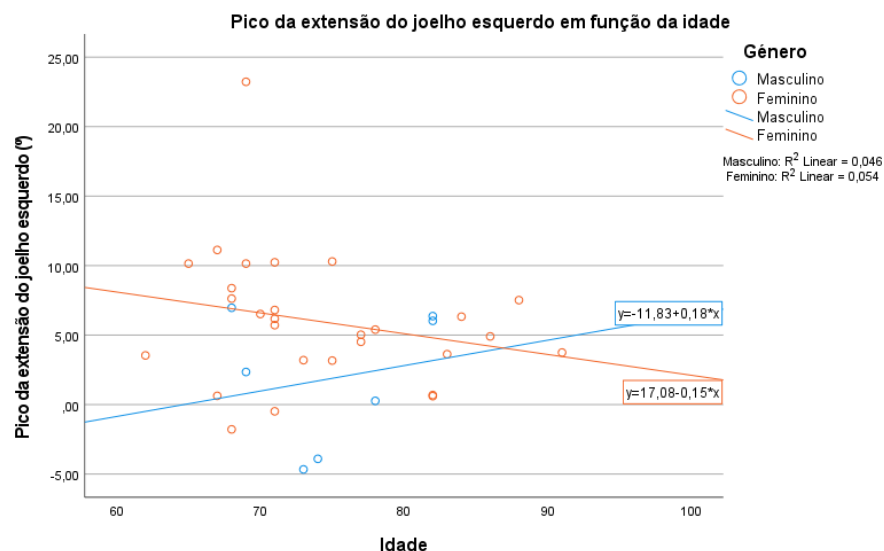


Figura 5.23: Representação gráfica do pico da extensão do joelho esquerdo em função da idade e do gênero.

### Joelho Direito

A Tabela 5.24 condensa os resultados obtidos em relação aos picos máximos da flexão e extensão da articulação do joelho direito e a respectiva percentagem do ciclo de marcha onde os picos ocorrem.

Nesta análise a amostra é de 35 participantes, pois um dos dados, devido à falta de bateria do sensor no momento de recolha, ficou sem significado.

O pico da flexão do joelho direito é de  $(46,95^{\circ} \pm 9,93^{\circ})$  e ocorre em média a 76% do CM. O pico da extensão do joelho direito é de  $(4,46^{\circ} \pm 6,18^{\circ})$  e ocorre em média a 47% do CM.

Tabela 5.24: Percentagem do CM associada aos picos de flexão e extensão do joelho direito.

		Pico da flexão do joelho direito (°)	% do CM	Pico da extensão do joelho direito (°)	% do CM
N	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
Média		46,95	76	4,46	47
DP		9,93	3,31	6,18	5,11
Variância		98,64	10,95	38,17	26,19
Intervalo		43,83	13,00	29,65	21,00
Mínimo		28,96	70,00	-6,85	38,00
Máximo		72,79	83,00	22,80	59,00

Na Figura 5.24 apresenta-se a variação do pico da flexão do joelho direito em função da velocidade da marcha e do gênero. Há uma propensão para o pico da flexão do joelho direito aumentar com a velocidade da marcha. As retas presentes na Figura 5.24 apenas indicam uma tendência.

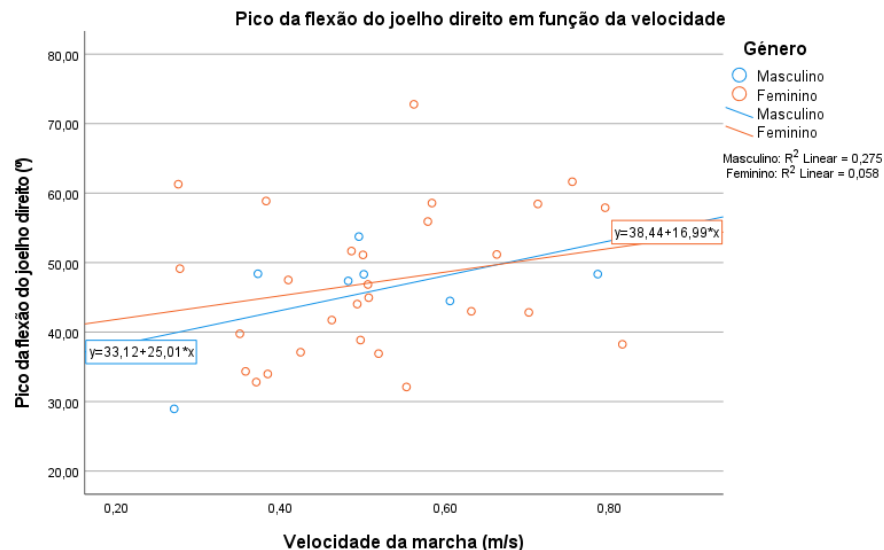


Figura 5.24: Representação gráfica do pico da flexão do joelho direito em função da velocidade da marcha e do gênero.

Na Figura 5.25 está representado o pico da extensão do joelho direito em função da velocidade da marcha e do gênero. Nos indivíduos do sexo masculino existe uma propensão para o pico da extensão do joelho direito aumentar com a velocidade da marcha. Para os indivíduos do sexo feminino não se observa nenhuma tendência.

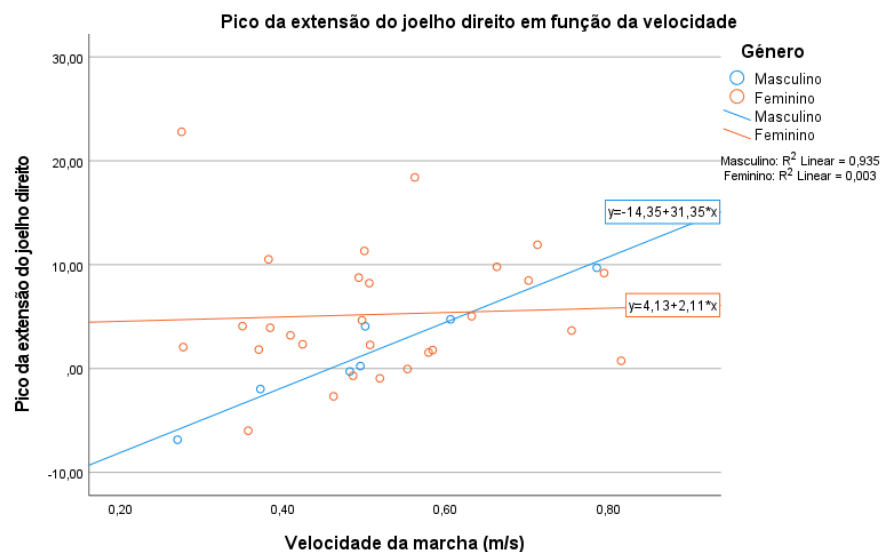


Figura 5.25: Representação gráfica do pico da extensão do joelho direito em função da velocidade da marcha.

Na Figura 5.26 está representado o pico da flexão do joelho direito em função da idade e do gênero. Observa-se uma tendência para os indivíduos do sexo masculino aumentarem o pico da flexão do joelho direito com a idade ao invés dos indivíduos do sexo feminino.

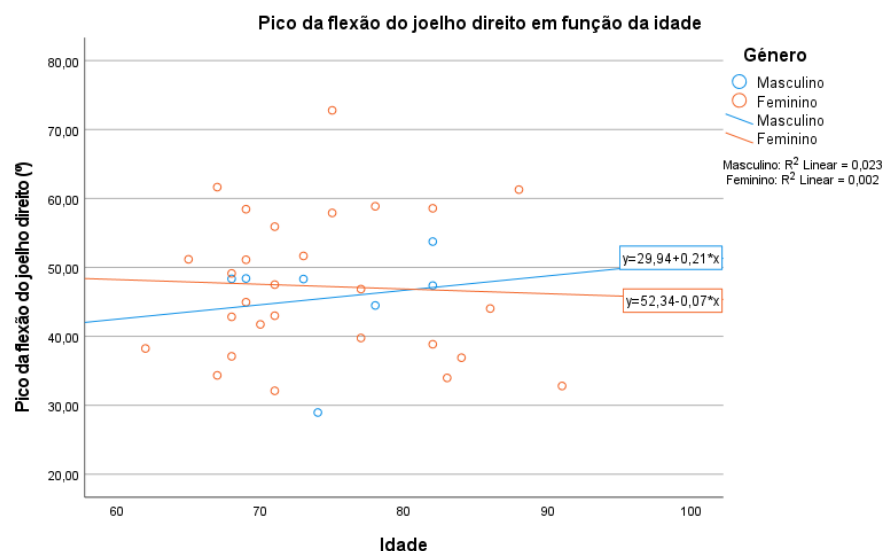


Figura 5.26: Representação gráfica do pico da flexão do joelho direito em função da idade e do gênero.

Na Figura 5.27 está representado o pico da extensão do joelho direito em função da idade e do gênero. Observa-se uma tendência para os indivíduos do sexo masculino diminuírem o pico da extensão do joelho direito com a idade ao invés dos indivíduos do sexo feminino.

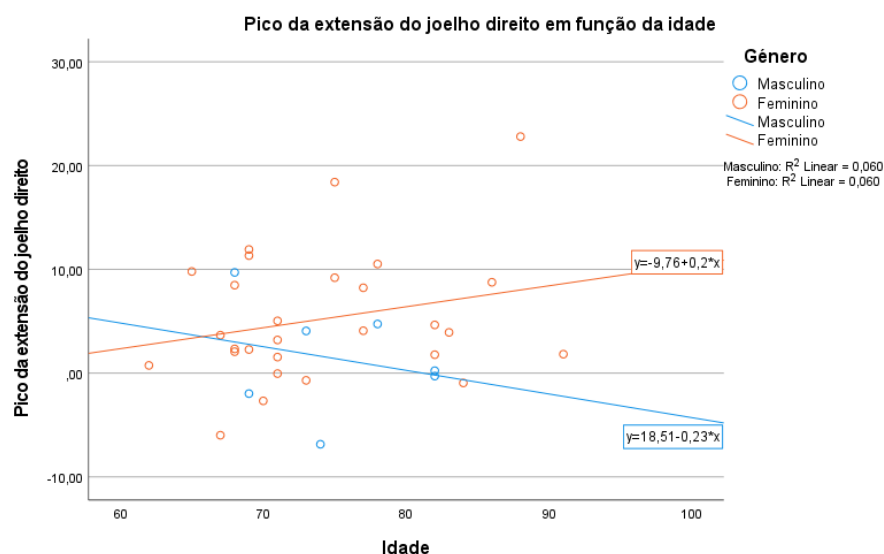


Figura 5.27: Representação gráfica do pico da extensão do joelho direito em função da idade e do gênero.

#### 5.1.4.3. Movimento angular da articulação do tornozelo

De forma a caracterizar o movimento angular da articulação do tornozelo, analisou-se o pico máximo da flexão plantar e o pico máximo da dorsiflexão da articulação. Na Tabela 5.25 encontram-se os resultados obtidos para os dois tornozelos.

Em comparação com os valores de referência para adultos, observa-se uma diminuição da média do valor máximo da flexão plantar e um aumento da média do pico da dorsiflexão[23]. Deste modo, há uma redução na amplitude da flexão plantar e um aumento na amplitude da dorsiflexão.

A redução da amplitude da flexão plantar pode estar relacionada com a perda de massa muscular e com consequente diminuição da força exercida pelos músculos, principalmente no momento de libertação dos dedos dos pés. O aumento do pico da dorsiflexão está em discordância com o revisto na literatura[23]. No entanto, pode ser interpretado como um mecanismo de defesa dos indivíduos idosos em estudo para evitarem quedas. Assim, durante a fase de apoio final, a tibia avança o máximo possível enquanto o calcanhar ainda está assente no chão, conduzindo ao aumento do pico da dorsiflexão.

No entanto, face ao desvio padrão associado a estes dados estas conclusões não têm significado.

*Tabela 5.25: Análise estatística do pico da flexão plantar e do pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo e direito.*

		<b>Pico da flexão plantar do tornozelo esquerdo (°)</b>	<b>Pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo (°)</b>	<b>Pico da flexão plantar do tornozelo direito(°)</b>	<b>Pico da dorsiflexão do tornozelo direito (°)</b>
<b>N</b>	Válido	35	35	36	36
	Inválido	1	1	0	0
<b>Média</b>		-3,68	17,67	-3,87	16,01
<b>DP</b>		7,08	6,32	4,95	4,35
<b>Variância</b>		50,18	40,00	24,47	20,41
<b>Intervalo</b>		29,07	25,13	21,17	18,15
<b>Mínimo</b>		-20,51	5,04	-15,54	4,44
<b>Máximo</b>		8,56	30,17	5,63	22,59

Após observação dos resultados, pode-se concluir que o comportamento das articulações dos tornozelos esquerdo e direito é simétrico.

Com o intuito de se tentar perceber se o movimento angular das articulações era afetado pelo género ou pela freguesia, fez-se uma análise estatística cujos resultados estão presentes na Tabela 5.26 e na Tabela 5.27.

*Tabela 5.26: Análise estatística da articulação do tornozelo esquerdo por género e freguesia.*

	<b>Género</b>		<b>Freguesia</b>	
	Masculino	Feminino	Praias do Sado	São Sebastião
	Média	Média	Média	Média
<b>Pico da flexão plantar do TE (°)</b>	-0,08	-4,58	-5,75	-1,95
<b>DP (°)</b>	2,54	5,10	3,35	5,63
<b>% do CM</b>	24,00	24,00	24,00	24,00
<b>Pico da dorsiflexão do TE (°)</b>	17,55	15,63	15,53	16,38
<b>DP (°)</b>	4,17	3,53	3,11	4,09
<b>% do CM</b>	59	58	58	58

Tabela 5.27: Análise estatística da articulação do tornozelo direito por género e freguesia.

	<b>Género</b>		<b>Freguesia</b>	
	Masculino	Feminino	Praias do Sado	São Sebastião
	Média	Média	Média	Média
<b>Pico da flexão plantar do TD (°)</b>	-3,74	-3,90	-5,09	-2,90
<b>DP (°)</b>	3,72	3,06	2,67	3,60
<b>% do CM</b>	74	75	76	75
<b>Pico da dorsiflexão do TD (°)</b>	21,14	16,81	15,58	19,43
<b>DP (°)</b>	1,67	2,41	1,90	2,58
<b>% do CM</b>	4,00	5,00	3,00	6,00

Após análise dos resultados não se observam diferenças significativas nem entre os dois géneros, nem entre as duas freguesias, para nenhuma das articulações.

### **Tornozelo esquerdo**

A Tabela 5.28 condensa os resultados obtidos em relação aos picos máximos de flexão plantar e dorsiflexão da articulação do tornozelo esquerdo e a respetiva percentagem do ciclo de marcha onde os picos ocorrem. De notar que o membro esquerdo apresenta um desfasamento na percentagem do ciclo de marcha de 50% em relação ao membro direito.

Nesta análise a amostra é de 35 participantes, pois um dos dados, devido à falta de bateria do sensor no momento de recolha, ficou sem significado.

O pico da flexão plantar do tornozelo esquerdo é de  $(-3,68^{\circ} \pm 7,08^{\circ})$  e ocorre em média a 24% do CM. O pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo é de  $(17,67^{\circ} \pm 6,32^{\circ})$  e ocorre em média a 4% do CM.

Tabela 5.28: Percentagem do CM associada aos picos de flexão plantar e dorsiflexão do tornozelo esquerdo.

		<b>Pico da flexão plantar do tornozelo esquerdo (°)</b>	<b>% do CM</b>	<b>Pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo (°)</b>	<b>% do CM</b>
<b>N</b>	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
<b>Média</b>		-3,68	24	17,67	4
<b>DP</b>		7,08	3,06	6,32	4,49
<b>Variância</b>		50,18	9,39	40,00	20,20
<b>Intervalo</b>		29,07	12,00	25,13	13,00
<b>Mínimo</b>		-20,51	19,00	5,04	0,00
<b>Máximo</b>		8,56	31,00	30,17	13,00

Na Figura 5.28 apresenta-se a variação do pico da flexão plantar do tornozelo esquerdo em função da velocidade da marcha e do género. É possível observar que à

medida que a velocidade da marcha aumenta nos indivíduos do sexo masculino a flexão plantar torna-se menos pronunciada. Já nos indivíduos do sexo feminino, à medida que a velocidade da marcha aumenta o pico da flexão plantar torna-se mais negativo e, portanto, a flexão plantar tem uma maior amplitude. No entanto, as retas presentes na Figura 5.28 apenas indicam uma tendência.

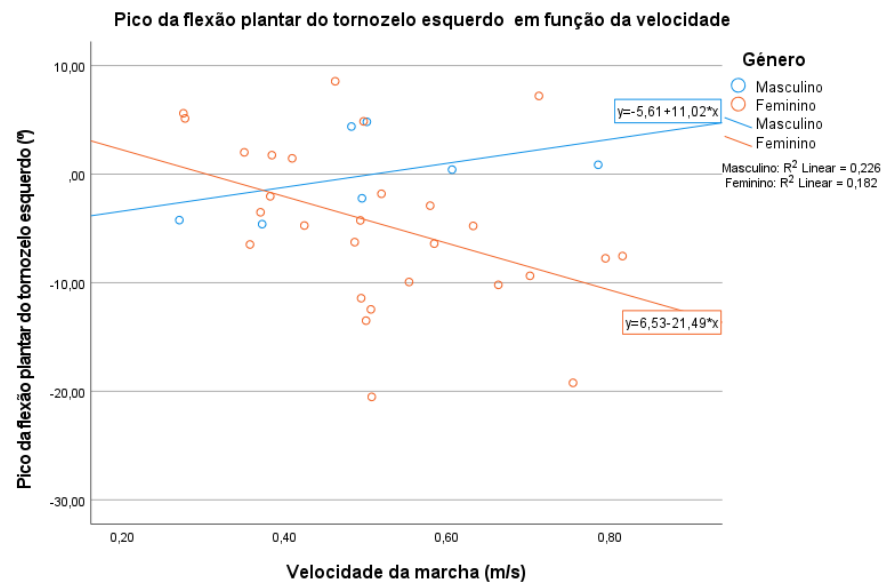


Figura 5.28: Representação gráfica do pico da flexão plantar do tornozelo esquerdo em função da velocidade da marcha e do gênero.

Na Figura 5.29 apresenta-se a variação do pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo em função da velocidade da marcha. É possível observar que à medida que a velocidade da marcha aumenta nos indivíduos do sexo masculino a amplitude da dorsiflexão tem tendência para aumentar. Face aos resultados obtidos, não é possível verificar nenhuma tendência para os indivíduos do sexo feminino.

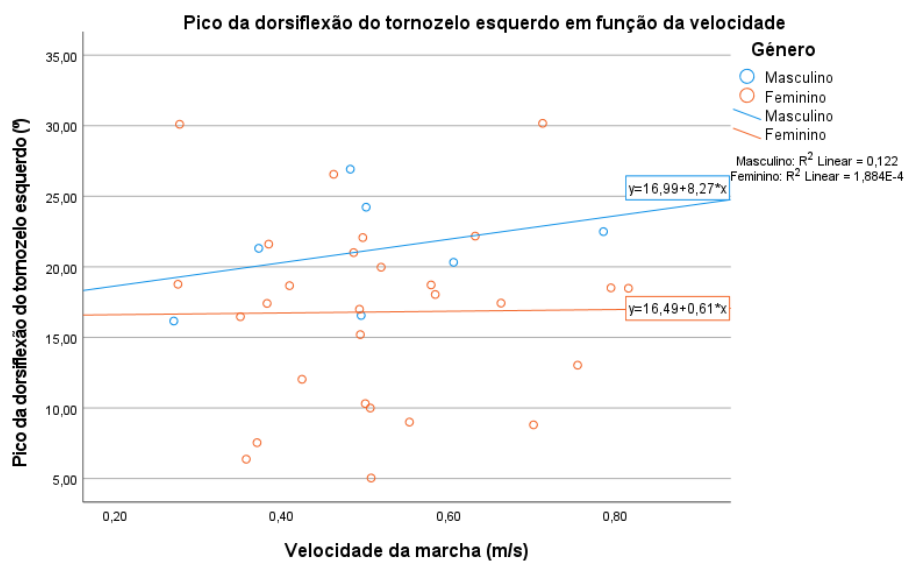


Figura 5.29: Representação gráfica do pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo em função da velocidade da marcha e do gênero.

Na Figura 5.30 apresenta-se a variação do pico da flexão plantar do tornozelo

esquerdo em função da idade e do género. É possível observar que à medida que a idade aumenta a flexão plantar torna-se menos pronunciada. Nalguns casos, nem chega a existir flexão plantar, uma vez que o pico máximo corresponde a um ângulo positivo (domínio da dorsiflexão). No entanto, as retas presentes na Figura 5.30 apenas indicam uma tendência.

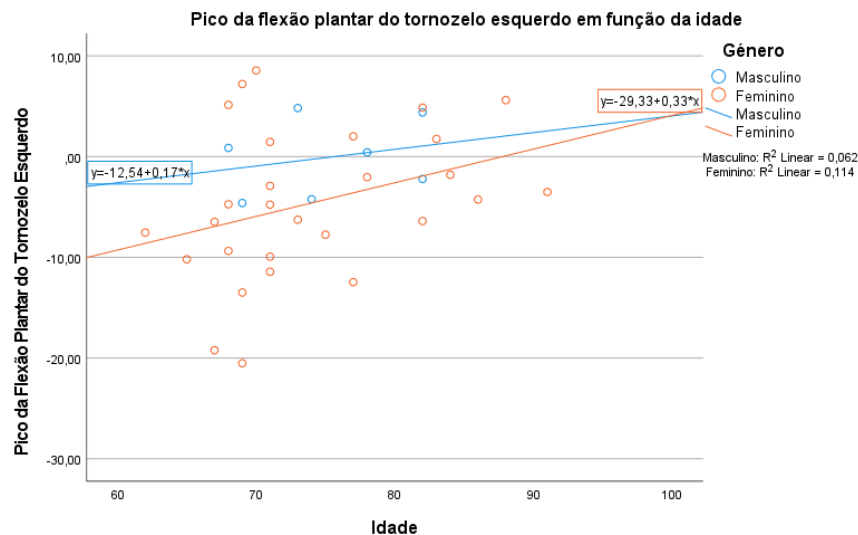


Figura 5.30: Representação gráfica do pico da flexão plantar do tornozelo esquerdo em função da idade e do género.

Na Figura 5.31 encontra-se representada a relação do pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo com a idade e do género. Como se observa na referida figura, não é possível identificar nenhuma tendência para estes resultados.

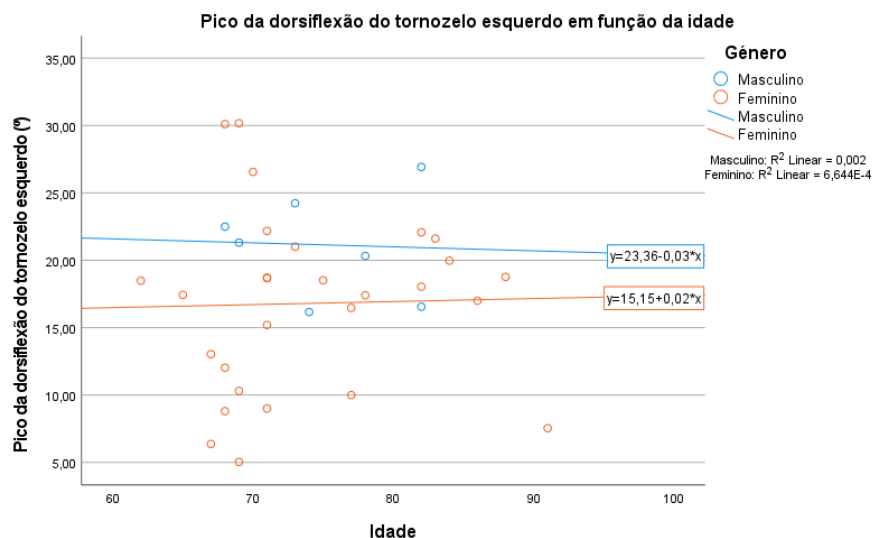


Figura 5.31: Representação gráfica do pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo em função da idade e do género.

## Tornozelo Direito

A Tabela 5.29 condensa os resultados obtidos em relação aos picos máximos de flexão plantar e dorsiflexão da articulação do tornozelo direito e a respetiva percentagem do ciclo de marcha onde os picos ocorrem.

O pico da flexão plantar do tornozelo direito é de  $(-3,87 \pm 4,95^\circ)$  e ocorre em média a 75% do CM. O pico da dorsiflexão do tornozelo direito é de  $(16,01 \pm 4,35^\circ)$  e ocorre em média a 58% do CM.

Tabela 5.29: Percentagem do CM associada aos picos de flexão plantar e dorsiflexão do tornozelo direito.

		Pico da flexão plantar do tornozelo direito ( $^\circ$ )	% do CM	Pico da dorsiflexão do tornozelo direito ( $^\circ$ )	% do CM
N	Válido	36	36	36	36
	Inválido	0	0	0	0
Média		-3,87	75	16,01	58
DP		4,95	2,72	4,35	2,79
Variância		24,47	7,37	20,41	7,76
Intervalo		21,17	13,00	18,15	12,00
Mínimo		-15,54	70,00	4,44	52,00
Máximo		5,63	83,00	30,17	64,00

Na Figura 5.32 apresenta-se a variação do pico da flexão plantar do tornozelo direito em função da velocidade da marcha e do género. Para os indivíduos do sexo feminino é possível observar que com o aumento da velocidade da marcha o pico da flexão plantar torna-se mais negativo, o que resulta numa maior amplitude da flexão plantar. Não é possível retirar conclusões para os indivíduos do sexo masculino. As retas presentes na Figura 5.32 apenas demonstram uma tendência.

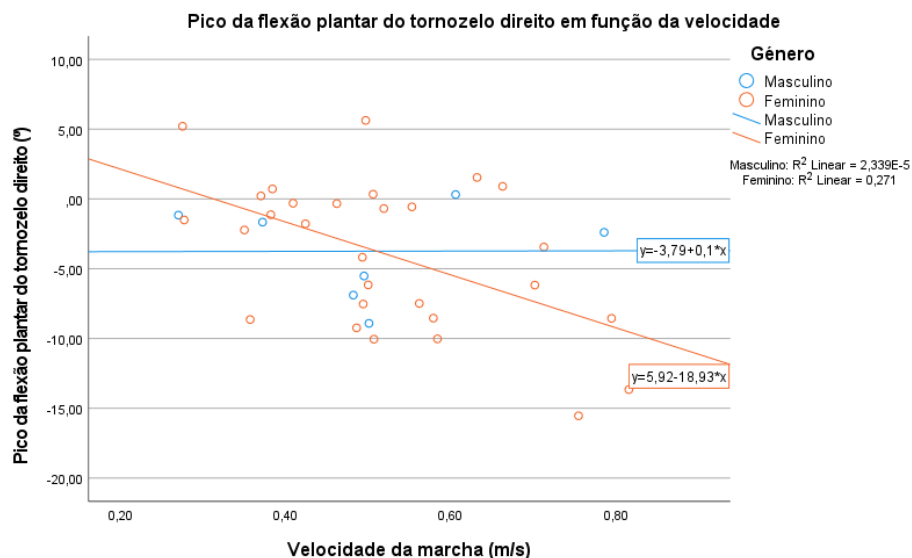


Figura 5.32: Representação gráfica do pico da flexão plantar do tornozelo direito em função da velocidade da marcha e do género.

Na Figura 5.33 está representado o pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo em função da velocidade da marcha e do género. É possível identificar uma propensão para o pico da dorsiflexão do tornozelo direito diminuir em função do aumento da velocidade da marcha.



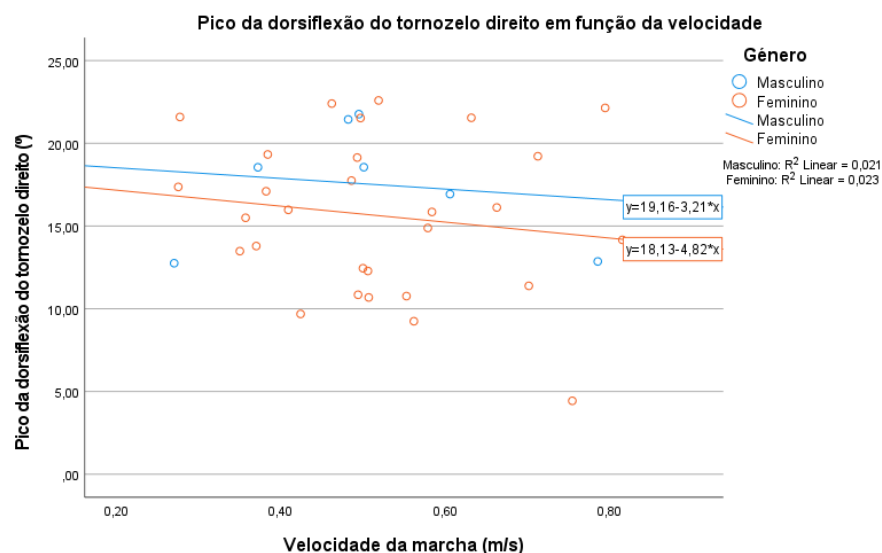


Figura 5.33: Representação gráfica do pico da dorsiflexão do tornozelo direito em função da velocidade da marcha e do gênero.

Na Figura 5.34 está representado o pico da flexão plantar do tornozelo direito em função da idade e do gênero. Os dados revelam, nos indivíduos do sexo masculino, uma propensão para a flexão plantar se tornar mais pronunciada, enquanto o inverso se verifica nos indivíduos do sexo feminino.

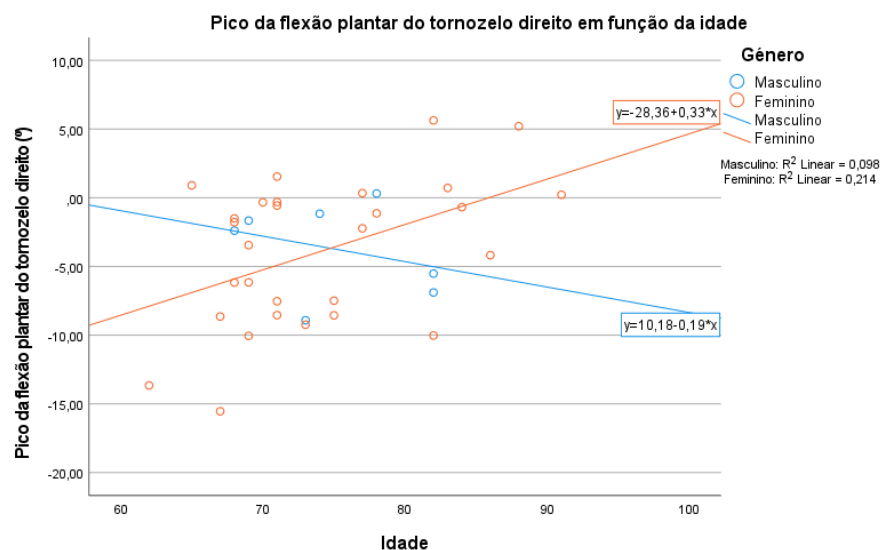


Figura 5.34: Representação gráfica do pico da flexão plantar do tornozelo direito em função da idade e do gênero.

Na Figura 5.35 está representado o pico da dorsiflexão do tornozelo direito em função da idade e do gênero. Verifica-se uma tendência para o aumento do pico da dorsiflexão em função da idade.

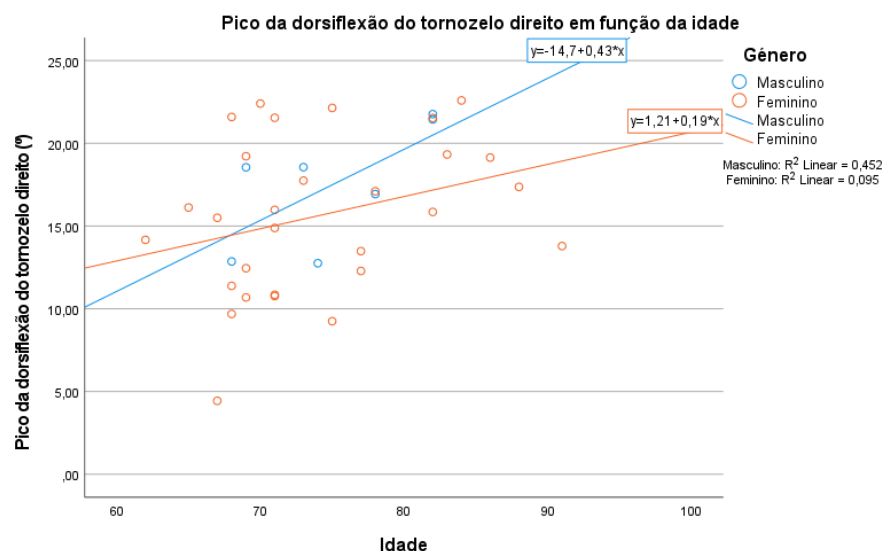


Figura 5.35: Representação gráfica do pico da dorsiflexão do tornozelo direito em função da idade e do gênero.

#### 5.1.4.4. Velocidade angular

Com o intuito de caracterizar melhor o movimento angular das três articulações estudou-se a velocidade angular de cada articulação.

Neste sentido, analisou-se a velocidade angular que correspondia aos picos máximos do movimento angular de cada articulação.

#### Articulação da anca

Na Tabela 5.30 encontra-se a análise estatística da velocidade angular da articulação da anca esquerda. A velocidade angular da articulação da anca esquerda no pico da flexão é de  $(5,44 \pm 21,09)$  (°/s) e no pico extensão é de  $(14,60 \pm 19,71)$  (°/s).

Tabela 5.30: Análise estatística da velocidade angular da articulação da anca esquerda.

		Velocidade angular do pico da flexão da anca esquerda (°)	% do CM	Velocidade angular do pico da extensão da anca esquerda (°)	% do CM
N	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
Média		5,44	48	14,60	4
DP		21,09	8,28	19,71	3,97
Variância		444,76	68,55	388,36	15,80
Intervalo		91,48	29,00	73,41	14,00
Mínimo		-32,92	33,00	-21,31	0,00
Máximo		58,56	62,00	52,10	14,00

Na Tabela 5.31 encontra-se a análise estatística da velocidade angular da

articulação da anca direita. A velocidade angular da articulação da anca direita no pico da flexão é de  $(22,61 \pm 13,21)$  (°/s) e no pico extensão é de  $(19,75 \pm 20,50)$  (°/s).

*Tabela 5.31: Análise estatística da velocidade angular da articulação da anca direita.*

		<b>Velocidade angular do pico da flexão da anca direita (°)</b>	<b>% do CM</b>	<b>Velocidade angular do pico da extensão da anca direita (°)</b>	<b>% do CM</b>
<b>N</b>	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
<b>Média</b>		22,61	98	19,75	59
<b>DP</b>		13,21	3,98	20,50	3,99
<b>Variância</b>		174,40	15,83	420,24	15,95
<b>Intervalo</b>		62,51	14,00	80,42	17,00
<b>Mínimo</b>		-4,43	86,00	-16,52	49,00
<b>Máximo</b>		58,08	100,00	63,90	66,00

### **Articulação do joelho**

Na Tabela 5.32 encontra-se a análise estatística da velocidade angular da articulação do joelho esquerdo. A velocidade angular da articulação do joelho esquerdo no pico da flexão é de  $(-2,99 \pm 62,77)$  (°/s) e no pico extensão é de  $(-66,39 \pm 33,28)$  (°/s).

*Tabela 5.32: Análise estatística da velocidade angular da articulação do joelho esquerdo.*

		<b>Velocidade angular do pico da flexão do joelho esquerdo (°/s)</b>	<b>% do CM</b>	<b>Velocidade angular do pico da extensão do joelho esquerdo (°)</b>	<b>% do CM</b>
<b>N</b>	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
<b>Média</b>		-2,99	27	-66,39	0
<b>DP</b>		62,77	3,55	33,28	0,00
<b>Variância</b>		3939,53	12,06	1107,86	0,00
<b>Intervalo</b>		301,44	14,00	137,43	0,00
<b>Mínimo</b>		-165,87	19,00	-146,00	0,00
<b>Máximo</b>		135,57	33,00	-8,57	0,00

Na Tabela 5.33 encontra-se a análise estatística da velocidade angular da articulação do joelho direito. A velocidade angular da articulação do joelho direito no pico da flexão é de  $(-11,94 \pm 64,92)$  (°/s) e no pico extensão é de  $(-23,74 \pm 31,18)$  (°/s).

Tabela 5.33: Análise estatística da velocidade angular da articulação do joelho direito.

		<b>Velocidade angular do pico da flexão do joelho direito (°)</b>	<b>% do CM</b>	<b>Velocidade angular do pico da extensão do joelho direito(°)</b>	<b>% do CM</b>
<b>N</b>	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
<b>Média</b>		-11,94	76	-23,74	47
<b>DP</b>		64,92	3,31	31,18	5,11
<b>Variância</b>		4214,78	10,95	971,91	26,19
<b>Intervalo</b>		328,45	13,00	136,98	21,00
<b>Mínimo</b>		-135,30	70,00	-129,10	38,00
<b>Máximo</b>		193,14	83,00	7,88	59,00

### Articulação do tornozelo

Na Tabela 5.34 encontra-se a análise estatística da velocidade angular da articulação do tornozelo esquerdo. A velocidade angular da articulação no pico da flexão plantar é de  $(-23,97 \pm 33,69)$  (°/s) e no pico da dorsiflexão é de  $(-2,42 \pm 28,40)$  (°/s).

Tabela 5.34: Análise estatística da velocidade angular da articulação do tornozelo esquerdo.

		<b>Velocidade angular do pico da flexão plantar do tornozelo esquerdo (°/s)</b>	<b>% do CM</b>	<b>Velocidade angular do pico da dorsiflexão do tornozelo esquerdo (°/s)</b>	<b>% do CM</b>
<b>N</b>	Válido	35	35	35	35
	Inválido	1	1	1	1
<b>Média</b>		-23,97	24	-2,42	4
<b>DP</b>		33,69	3,06	28,40	4,49
<b>Variância</b>		1135,23	9,39	806,72	20,20
<b>Intervalo</b>		187,41	12,00	102,02	13,00
<b>Mínimo</b>		-88,85	19,00	-66,64	0,00
<b>Máximo</b>		98,56	31,00	35,38	13,00

Na Tabela 5.35 encontra-se a análise estatística da velocidade angular da articulação do tornozelo direito. A velocidade angular da articulação do tornozelo direito no pico da flexão plantar é de  $(-20,21 \pm 29,58)$  (°/s) e no pico da dorsiflexão é de  $(-14,99 \pm 28,63)$  (°/s).

Tabela 5.35: Análise estatística da velocidade angular da articulação do tornozelo direito.

		<b>Velocidade angular do pico da flexão plantar do tornozelo direito (°/s)</b>	<b>% do CM</b>	<b>Velocidade angular do pico da dorsiflexão do tornozelo direito (°/s)</b>	<b>% do CM</b>
<b>N</b>	Válido	36	36	36	36
	Inválido	0	0	0	0
<b>Média</b>		-20,21	75	-14,99	58
<b>DP</b>		29,58	2,72	28,63	2,79
<b>Variância</b>		875,26	7,37	819,43	7,76
<b>Intervalo</b>		163,40	13,00	113,24	12,00
<b>Mínimo</b>		-131,30	70,00	-88,78	52,00
<b>Máximo</b>		32,10	83,00	24,46	64,00

A velocidade angular das articulações representa a taxa de flexão e de extensão de uma articulação. Este parâmetro está diretamente relacionado com a dinâmica da ativação muscular e com a quantidade de força muscular gerada durante a marcha[38]. A força muscular diminuiu com a idade devido à redução do número de fibras musculares. Estudos comprovam que aos 70 anos há uma diminuição de 20-40% da força muscular, e esta perda de força muscular torna-se mais dramática com o avançar da idade[39]. A grande variabilidade dos dados apresentados pode estar relacionada com o nível de perda muscular dos participantes. Embora esta não tenha sido mensurada, presume-se que nem todos os voluntários partilhem da mesma percentagem de perda muscular.

No entanto, face ao desvio padrão e variância dos dados estudados não se pode extrapolar nenhuns resultados.

## 5.2. Principais dificuldades e limitações

Uma das principais limitações foi o facto de a amostra, para além de ser reduzida, não ser representativa da população que se pretendia estudar. Desta forma, torna-se difícil estabelecer relações para a população idosa de Setúbal.

A necessidade de efetuar medições desde o local do sensor até à articulação em estudo, introduz uma componente de erro humano. Deste modo, foi necessário ajustar os dados antes da sua análise.

Em adição, o aparelho *Xsens* sendo portátil tem restrições associadas, tais como calibração e extrapolação da posição. Desta forma, como o equipamento não tem uma plataforma de forças associada, todos os eventos da marcha (como o contacto inicial e a saída do pé) têm de ser identificados pelo investigador no momento de análise de dados. Assim, os dados obtidos, principalmente em relação à cinemática angular, têm um desvio padrão tão elevado que dificulta a extrapolação de resultados. No entanto, o equipamento *Xsens* é um equipamento menos dispendioso que permite efetuar recolha de dados em qualquer local sem estar dependente de um laboratório fixo. Portanto, permite uma marcha mais natural, fora do contexto laboratorial.

Por fim, importa referir que, aquando da escrita da tese, a recolha de dados foi suspensa devido às restrições excecionais impostas pela situação pandémica provocada pelo novo Coronavírus – COVID-19. Desta forma, não houve possibilidade de assistir a

nenhuma colheita dos dados, nem de alargar a amostra.

## Conclusões e trabalho futuro

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões gerais do estudo efetuado bem como as perspetivas de trabalho futuro.

### 6.1. Conclusões

O principal objetivo desta dissertação é caracterizar estatisticamente a amostra de 36 indivíduos idosos, bem como analisar os parâmetros biomecânicos do padrão da marcha, recolhidos anteriormente no Instituto Politécnico de Setúbal. É pretendido que toda a análise realizada possa ser utilizada no desenvolvimento do perfil de envelhecimento do distrito de Setúbal, que os investigadores do projeto *Age4all* estão a efetuar.

Todos os parâmetros fornecidos foram analisados estatisticamente, o que permitiu realizar uma caracterização geral da amostra em estudo.

Os resultados obtidos e as conclusões alcançadas apenas refletem uma tendência média da referida amostra.

Em relação à caracterização da população, foi possível determinar que a amostra estudada possui excesso de peso e, tendencialmente, os homens apresentaram uma força de preensão palmar superior à das mulheres.

Em relação à análise do ciclo de marcha, verificou-se simetria no padrão da marcha entre os dois membros inferiores, entre os dois géneros e entre as duas freguesias.

Relativamente às fases do ciclo de marcha, averiguou-se um aumento da fase de apoio e uma consequente diminuição da fase de balanço. Foi apurado um aumento da fase de apoio bilateral significativo na população desta amostra.

No que concerne aos parâmetros espaço-temporais, verificou-se uma redução na velocidade da marcha, do comprimento da passada, da duração da passada e da cadência em comparação com valores de referência em adultos. Notou-se um aumento da largura do passo. Todas estas diferenças encontradas revelam uma adaptação por parte dos idosos para alcançarem um padrão de marcha mais estável e seguro.

Face aos parâmetros cinemáticos, em comparação com os valores de referência para adultos, observa-se uma diminuição da média do valor máximo da flexão plantar e um aumento da média do pico da dorsiflexão. Observou-se uma diminuição da média do pico da flexão do joelho e do pico de extensão da anca.

Em suma, a falta de significado de alguns resultados não implica que não haja diferença entre os grupos estudados. Nomeadamente, não foi possível verificar diferenças entre as duas freguesias de Setúbal em estudo. No entanto, a dimensão da amostra estudada (N=36) e a fraca representatividade da mesma impossibilita extrapolar conclusões gerais. Desta forma, foi possível evidenciar algumas tendências que não podem ser interpretadas como resultados objetivos, mas sim como uma tendência média

da amostra em estudo.

Espera-se que a análise destes dados seja de grande utilidade para os investigadores do projeto *Age4all* e que a integração dos mesmos no projeto facilite e contribua para a obtenção dos resultados a que se propuseram.

## **6.2. Trabalho futuro**

Conforme o avanço do projeto *Age4all* e o recrutamento de novos participantes voluntários espera-se que os resultados obtidos nesta dissertação sejam consolidados. O aumento da população em estudo permitirá a obtenção de conclusões mais fidedignas que conduzirão ao traço do perfil de envelhecimento do distrito de Setúbal. Para isto é necessário que na fase de alargamento da amostra sejam incluídos indivíduos idosos com perturbações do padrão de marcha.

Para que o estudo se torne mais completo, será interessante, numa fase posterior, dar maior destaque às medidas antropométricas. Uma vez que alguns fatores analisados, como o comprimento do passo e a cadência, dependem diretamente destas medidas, sugere-se correlacionar estes parâmetros.

Com vista a estudar a influência, não só da idade cronológica, mas também da idade biológica, sugere-se a repetição desta avaliação, no futuro, com os mesmos indivíduos. Em adição, podem ser recolhidos dados relativos ao historial de exposições ambientais e biomarcadores genéticos para que a análise se revele mais completa.

Salienta-se que os dados em bruto da velocidade angular apresentavam umas oscilações periódicas na fase de balanço. Embora após a aplicação do filtro da média deslizante estas oscilações tenham desaparecido, de certeza que têm significado biomecânico e merecem um estudo específico no futuro.



## Bibliografia

- [1] World Health Organization, “Ageing,” 2020. [Online]. Available: <https://www.who.int/health-topics/ageing>. [Accessed: 30-Jul-2020].
- [2] M. E. Levine, “Modeling the rate of senescence: Can estimated biological age predict mortality more accurately than chronological age?,” *Journals Gerontol. - Ser. A Biol. Sci. Med. Sci.*, vol. 68, no. 6, pp. 667–674, 2013.
- [3] G. A. Rollandi *et al.*, “Biological Age versus Chronological Age in the Prevention of Age Associated Diseases,” *OBM Geriatr.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–14, 2019.
- [4] World Health Organization, “Health statistics and information systems.” [Online]. Available: <https://www.who.int/healthinfo/survey/ageingdefnolder/en/>. [Accessed: 31-Jul-2020].
- [5] World Health Organization, “Mental Health in Older Adults,” 2017. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-of-older-adults>. [Accessed: 30-Jul-2020].
- [6] World Health Organization, “Ageing an Life Course,” 2020. [Online]. Available: <https://www.who.int/ageing>. [Accessed: 30-Jul-2020].
- [7] Pordata, “Indicadores de Envelhecimento - Índice de Envelhecimento,” 2020. [Online]. Available: <https://www.pordata.pt/Portugal/Indicadores+de+envelhecimento-526>. [Accessed: 30-Jul-2020].
- [8] Pordata, “Índice de Envelhecimento,” 2020. [Online]. Available: <https://www.pordata.pt/Municipios/Índice+de+envelhecimento-458>. [Accessed: 30-Jul-2020].
- [9] P. A. Houglum and D. B. Bertoli, *Clinical Kinesiology*, 6th ed. F. A. Davis Company, 2012.
- [10] J. A. Esperança Pina, *Anatomia Humana da Locomoção*, 5th ed. Lidel, 2005.
- [11] M. Whittle, *Gait Analysis: An Introduction*, 1st ed. UK: Butterworth Heinemann, 1991.
- [12] C. Kirtley, *Clinical Gait Analysis*, 1st ed. Elsevier, 2006.
- [13] J. Perry, *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*, 1st ed. Slack Incorporated, 1992.
- [14] L. M. Silva and N. Stergiou, “The basics of gait analysis,” in *Biomechanics and Gait Analysis*, 1st ed., INC, 2020, pp. 225–250.
- [15] M. Banky, B. F. Mentiplay, G. Williams, M. Banky, R. A. Clark, and M. B. Kahn, “Lower limb angular velocity during walking at various speeds Gait & Posture Lower limb angular velocity during walking at various speeds,” *Gait Posture*, vol. 65, no. December, pp. 190–196, 2018.
- [16] R. Kapur, “Understanding the Significance of Gerontology,” 2018.
- [17] R. L. Sprott, “Biomarkers of aging and disease: Introduction and definitions,” *Exp. Gerontol.*, vol. 45, no. 1, pp. 2–4, 2010.
- [18] C. R. Oliveira, M. S. Rosa, A. M. Pinto, M. A. Botelho, A. Morais, and M. T. Veríssimo, “Estudo do Perfil do Envelhecimento da População Portuguesa,” Coimbra, 2010.
- [19] A. J. Van Den Bogert, T. Geijtenbeek, and E. C. Hardin, “A real-time system for biomechanical analysis of human movement and muscle function,” pp. 1069–1077, 2013.

- [20] S. Bahadori, P. Davenport, and T. Immins, "Validation of joint angle measurements: comparison of a novel low-cost marker-less system with an industry standard marker-based system.," *J. Med. Eng. Technol.*, vol. 43, no. 1, pp. 19–24, 2019.
- [21] D. Roetenberg, "Inertial and Magnetic Sensing of Human Motion," Universiteit Twente, 2006.
- [22] T. Oberg, A. Karsznia, and K. Oberg, "Basic gait parameters : Reference data for normal subjects , 10-79 years of age," *J. Rehabil. Res. Dev. Vol*, vol. 30, no. 2, pp. 210–223, 1993.
- [23] T. Oberg, A. Karsznia, and K. Oberg, "Joint angle parameters in gait : Reference data for normal subjects , 10-79 years of age," *J. Rehabil. Res. Dev.*, vol. 31, no. 3, pp. 199–213, 1994.
- [24] F. Prince, H. Corriveau, R. Hébert, and D. A. Winter, "Gait in the elderly," *Gait Posture*, vol. 5, no. 2, pp. 128–135, 1997.
- [25] M. Cruz-jimenez, "Normal Changes in Gait and Mobility Problems in the Elderly Elderly," *Phys. Med. Rehabil. Clin. NA*, vol. 28, no. 4, pp. 713–725, 2017.
- [26] Setúbal - Município Participado, "Indicadores Demográficos." [Online]. Available: <https://www.mun-setubal.pt/dados-estatisticos/>. [Accessed: 01-Aug-2020].
- [27] Nutrition UP 65, "Descrição do Projeto." [Online]. Available: <https://nutritionup65.up.pt/projeto/descricao-do-projeto/>. [Accessed: 15-Sep-2020].
- [28] World Health Organization, "Mean Body Mass Index (BMI)." [Online]. Available: [https://www.who.int/gho/ncd/risk\\_factors/bmi\\_text/en/](https://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/bmi_text/en/). [Accessed: 20-Aug-2020].
- [29] J. A. Dias, A. C. Ovando, W. Kulkamp, and N. G. Borges, "Força de preensão palmar: métodos de avaliação e fatores que influenciam a medida," *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, vol. 12, no. 3, pp. 209–216, 2010.
- [30] J. Desrosiers, G. Bravo, and E. Dutil, "Normative Data for Men and Women," *Am. J. Occupational Ther.*, vol. 49, no. 7, pp. 637–644, 1995.
- [31] Xsens, "Motion Capture for Research, Ergonomics and Sport," 2020. [Online]. Available: <https://www.xsens.com/motion-capture>.
- [32] I. N. Afiah, H. Nakashima, P. Y. Loh, and S. Muraki, "An exploratory investigation of changes in gait parameters with age in elderly Japanese women," *Springerplus*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [33] T. K. Imura, H. K. Obayashi, E. N. Akayama, and M. H. Anaoka, "Effects of aging on gait patterns in the healthy elderly," *Anthropol. Sci.*, vol. 115, pp. 67–72, 2006.
- [34] S. Song and H. Geyer, "Predictive neuromechanical simulations indicate why walking performance declines with ageing," *J. Physiol.*, vol. 596, no. 7, pp. 1199–1210, 2018.
- [35] J. H. Hollman, E. M. Mcdade, and R. C. Petersen, "Gait & Posture Normative spatiotemporal gait parameters in older adults," *Gait Posture*, vol. 34, no. 1, pp. 111–118, 2011.
- [36] D. A. Winter, A. E. Patla, J. S. Frank, and S. E. Walt, "Biomechanical Walking Pattern Changes in the Fit and Healthy Elderly," *Phys Ther*, vol. 70, no. 6, pp. 340–347, 1990.
- [37] D. C. Kerrigan, L. W. Lee, J. J. Collins, P. O. Riley, and L. A. Lipsitz, "Reduced hip extension during walking: Healthy elderly and fallers versus young adults," *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 82, no. 1, pp. 26–30, 2001.
- [38] K. P. Granata, M. F. Abel, and D. L. Damiano, "Joint Angular Velocity in Spastic

- Gait and the Influence of Muscle-Tendon Lengthening,” *J. Bone Jt. Surg.*, vol. 82, no. 2, pp. 174–186, 2020.
- [39] S. R. Lord, K. I. M. Delbaere, and D. L. Sturnieks, “Aging,” *Handb. Clin. Neurol.*, vol. 159, pp. 157–171, 2018.



## Anexo A. Resultados obtidos

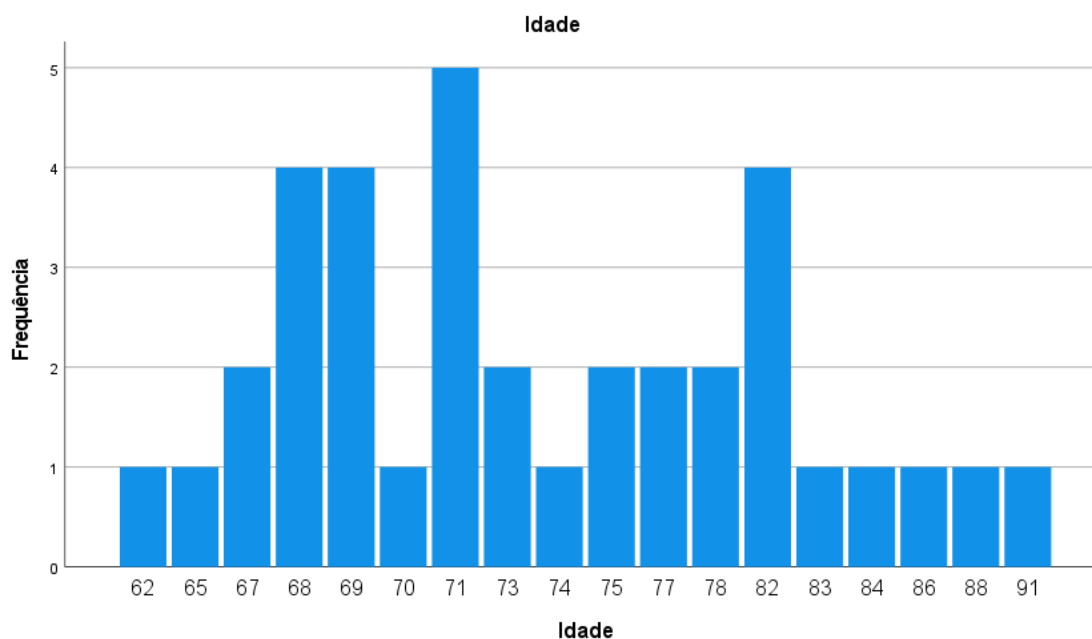
Nesta seção concentra-se informação estatística dos dados analisados para caracterizar a amostra. A apresentação e discussão dos aspectos mais relevantes destes resultados encontra-se no capítulo 5.

A Tabela A.1 condensa a análise estatística da idade dos participantes.

*Tabela A.1: Análise estatística da idade dos participantes.*

		Idade (anos)
N	Válido	36
	Inválido	0
Média		74
DP		7,06
Variância		49,86
Intervalo		29
Mínimo		62
Máximo		91

A Figura A.1 representa a distribuição etária da população em estudo.



*Figura A.1: Distribuição etária da amostra em estudo.*

A Tabela A.2 sintetiza a análise estatística do IMC dos participantes.

*Tabela A.2: Análise estatística do IMC*

		<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>
<b>N</b>	Válido	36
	Inválido	0
<b>Média</b>		28,12
<b>DP</b>		4,59
<b>Variância</b>		21,03
<b>Intervalo</b>		22,62
<b>Mínimo</b>		20,57
<b>Máximo</b>		43,18

A Tabela A.2 resume a análise estatística do IMC dos participantes.

*Tabela A.3: Análise estatística da força de preensão palmar.*

		<b>Força de preensão palmar (kg)</b>
<b>N</b>	Válido	36
	Inválido	0
<b>Média</b>		20,71
<b>DP</b>		7,94
<b>Variância</b>		63,08
<b>Intervalo</b>		35,00
<b>Mínimo</b>		9,00
<b>Máximo</b>		44,00